


• مجلة علمية تصدرها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية • السنة السابعة • العدد السادس والعشرون • ربيع الآخر ١٤١٤ هـ / أكتوبر ١٩٩٣ م

الإستشعار عن بعد

(الجزء الثاني)

التطبيقات:

- العسكرية
- الزراعية

ISSN 1017 3056

منهــــاج النشــــر

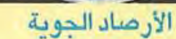
أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :ـ

١ـ يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .
٢ـ أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .
٣ـ في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .
٤ـ أن لايقل المقال عن أربع صفحات ولايزيد عن سبع صفحات طباعة .
٥ـ إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .
٦ـ إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
٧ـ المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكتابها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويــــات العــــدد


الأرصاد الجوية



دراسة المياه


التلوث البترولي

المراســـلات

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
ص.ب ٦٠٨٦ ـــ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـــ الرياض
ترسل المقالات باسم رئيس التحرير ت : ٤٨٨٣٤٤٤ ـ ٤٨٨٣٥٥٥
Journal of Science & Technology
King Abdulaziz City For Science & Technology
Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. - P.O.Box 6086
Riyadh 11442 Saudi Arabia

بسم الله الرحمن الرحيم
العلوم والتقنية





كلمة التحرير

أعزاءنا القراء

إنقضى الربع الأول من عام المجلة السابع وها نحن نستهل الربع الثاني بصدور العدد السادس والعشرين ، ونسأل الله عز وجل أن يوفقنا إلى تقديم كل ماهو مفيد وجديد في شتى ضروب المعرفة العلمية والتقنية . راجين منكم موافاتنا بآرائكم القيمة التي تعيننا - بعد الله ومشيئته - في النهوض بالمجلة إلى مايرضي طموحاتنا جميعاً .

تناولنا في العدد السابق المبادىء الأساس للإستشعار عن بعد وأوضحنا أهميته في كثير من المجالات العلمية والعملية التي وعدناكم بتناولها لاحقاً . ووفاءً بوعدنا يجيء هذا العدد متناولاً أنواعاً عديدة من التطبيقات .

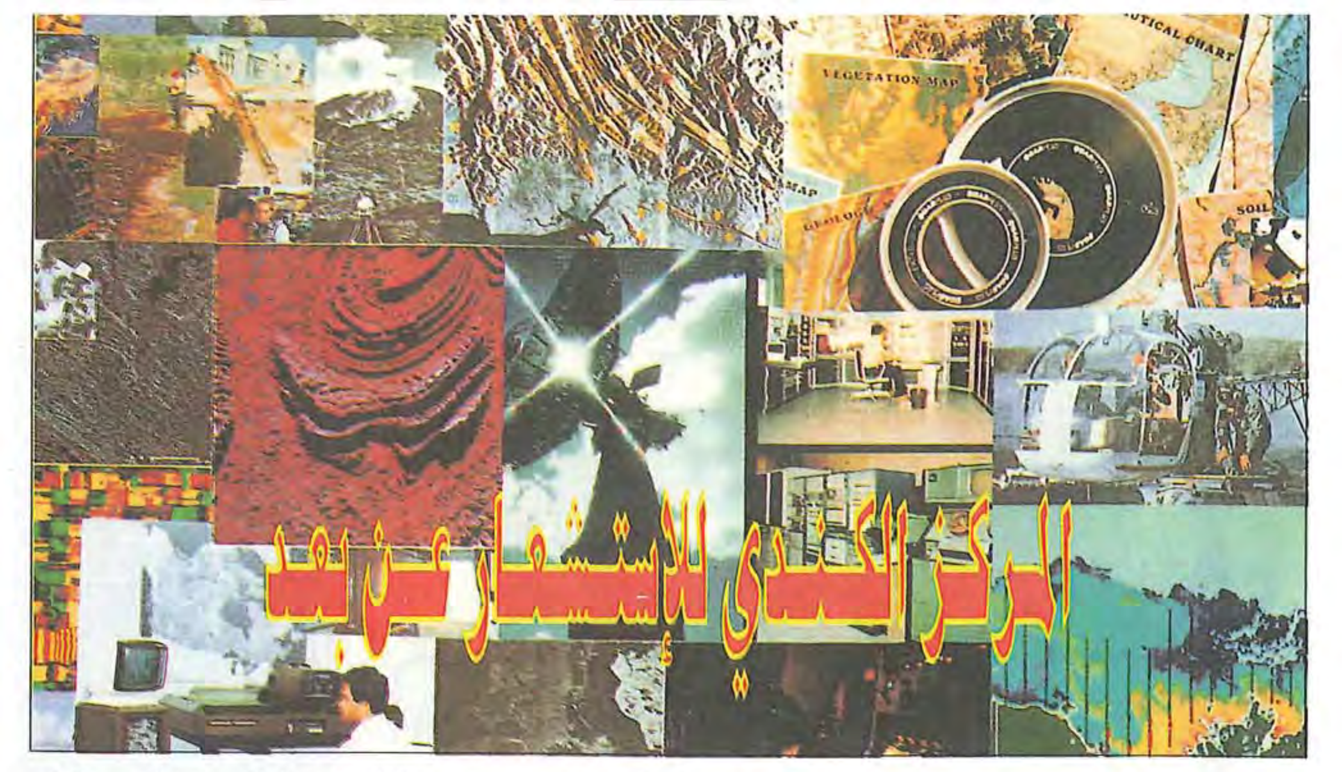
يتناول هذا العدد موضوعات مثل :- دور الإستشعار عن بعد في دراسة ظاهرة معينة ، وفي كشف التغيرات واستعمالات الأرض ، وتطبيقات الإستشعار عن بعد في المجالات العسكرية ، والزراعية ، وكشف المعادن ، والتلوث البترولي ، والأرصاد الجوية ، والكشف عن المياه ، والتصحر .

إضافة إلى ذلك فإن العدد يحتوي على الأبواب العلمية الثابتة التي في تنوعها تضفي على المجلة نوعاً من الحضور العلمي في مجالات علمية متعددة بجانب تناولها للموضوع الرئيس للعدد .

نأمل أعزاءنا القراء أن ينال هذا العدد رضاكم واستحسانكم سائلين المولى عز وجل العون في كل ما نصبو إليه .

والله من وراء القصد ،،،





إكتسب علم الإستشعار عن بعد أهمية كبرى لكونه أكثر السبل فعالية حتى الآن في تجميع المعلومات الحديثة عن البيئة حيث أنه يرصد تغيراتها بسرعة ودقة متناهية . وقد أصبحت التوابع الصناعية ترسل كماً هائلاً من المعلومات لما يدور على ظهر الأرض للمحطات الأرضية عن طريق الحاسب الآلي ، ويتم حفظها أو استرجاعها عند الضرورة على هيئة صور .

أدى تزايد الاهتمام بالإستشعار عن بعد وتطوره عالمياً ـ خصوصاً من قبل الدول الصناعية ـ إلى قيام الحكومة الكندية بإنشاء المركز الكندي للإستشعار عن بعد (CCRS) عام ١٩٧١م ، إضافة إلى عضويتها في وكالة الفضاء الأوربية (ESA) التي صممت القمر الصناعي الأوربي (ERS-1) الذي تم إطلاقه في نهاية عام ١٩٨٠م .

ويعد المركز الكندي للإستشعار عن بعد أحد المراكز التابعة لموارد الطاقة والمعادن (EMR) الكندية ، ويعمل المركز مع الجهات الحكومية والشركات الخاصة والمؤسسات للإرتقاء بعلم الإستشعار عن بعد عن طريق تطوير التقنية الخاصة بهذا المجال والمساعدة في توفير المعلومات للمستخدمين ، وتشمل اهتمامات المركز كذلك التوسع في استخدام نظم المعلومات الجغرافية بمختلف اشكالها التقنية ، كما يتميز برنامج المركز الكندي بأنه يبسط ويسهل تقنية الإستشعار عن بعد تبعاً لطلبات المستخدمين والمستفيدين حيث أنه حرص على إنتاج أنظمة وبرامج متطورة قليلة التكلفة لكي تمكّن مستخدمي تقنية الإستشعار عن بعد من التعامل معها بسهولة .

أعمال المركز

يعمل المركز الكندي للإستشعار عن بعد في المجالات الآتية :ـ

● إستقبال البيانات

يستقبل المركز المعلومات الخاصة بالأرض من التوابع التي تدور حول الأرض عن طريق محطتي الاستقبال (PASS,GSS) "The Prince Albert Satellite Station , Gatineau Satellite Station" . وتشمل تلك التوابع لاندسات (Landsat) الأمريكية ، سبوت (Spot) الفرنسية ، نووا (NOAA) الأمريكية ، موس ـ١ (Mos-1) ، التابع الأوربي (ERS) ، وسلسلة من توابع (GOES) ، كما أن من خطط المركز المستقبلية القيام باستقبال المعلومات من التابع الياباني (JER-1) . كذلك يعمل المركز في جانب هام من الإستشعار عن بعد يتمثل في تطوير تقنية الرادار ذو الفتحة المركبة (Synthetic Aperature Radar - SAR) المحمول بوساطة الطائرات أو المركبات الفضائية من أجل الحصول على الصور ليلاً أو نهاراً وفي مختلف الظروف الجوية ، ومن المتوقع أن تحمل الأجيال القادمة من التوابع هذا النوع من الرادار ، ومن الجدير بالذكر أن المركز سوف يطلق قريباً التابع الكندي رادارسات (RADAR- SAT) الذي يحمل لاقطاً رادارياً .

● برنامج رادار سات

يعد المركز الكندي للإستشعار عن بعد رائداً في تقنية وتطبيقات الإستشعار عن بعد الراداري حيث سيكون التابع الكندي الذي يحمل راداراً والمسمى رادارسات من أكثر توابع المراقبة الأرضية تطوراً ، فهو يحمل جهازين للالتقاط كلٌ مستقلٌ عن الآخر ، كما يمكنه التحكم في زاوية أو رؤية الالتقاط ، وسيتم إطلاقه مع بداية عام ١٩٩٥م ، وسيكون رادارسات أول تابع راداري يمكنه إنتاج معلومات كثيرة في أوقات منتظمة تلبي حاجة جهات عدة (تجارية ، حكومية علمية) ، كما أنه سيكون مصدراً جديداً لمعلومات بيئية موثوقة قليلة التكلفة على مستوى العالم .

يعد رادار سات جزءً من البرنامج الكندي للفضاء ، وهو ممول من الحكومة الكندية وبعض الشركات المحلية والعالمية ، وتقوم الحكومة الكندية بمسؤولية التصميمات اللازمة وتوحيد أجهزة النظام المختلفة إضافة إلى إدارة التشغيل والمراقبة ومعالجة المعلومات وإدارة محطات المتابعة في كل من مدينة برنس البرت ، ساسكا تشوان ، جاتينيو وكوبيك .

ساهمت جميع الولايات الكندية في تصميم وتركيب المعدات الأرضية والفضائية التابعة لرادار سات إضافة إلى مساهمة حوالي مائة من المؤسسات المحلية

والعالمية . أما وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) فسيكون لها دور في إطلاق التابع ووضعه في مداره نظير الاستفادة من المعلومات التي يرسلها.

سيكون العمر الافتراضي للتابع الكندي رادارسات حوالي خمس سنين ، وسيتمكن الرادار المحمول عليه عن طريق الحزمة الطيفية(C) من التقاط صور في مجال ٥٠٠ كيلومتر ، وعليه يمكن لمستخدميه اختيار حزم مختلفة بعرض ٣٥ كيلومتر حتى ٥٠٠ كيلومتر بقوة تفريق (Resolution) تتراوح ما بين ١٠ أمتار إلى ١٠٠ متر ، كما يمكن لرادار سات تغطية الكرة الأرضية بمرونة تسمح باستخدامات عدة ، وسيكمل التابع دورة كاملة حول الأرض كل ٢٤ يوماً ، كما أنه يغطي القطب الشمالي كل يوم وكل أجزاء كندا في ثلاثة أيام . أما المناطق الاستوائية فإن التابع يغطيها كل ستة أيام (عندما يكون عرض الحزمة للرادار ٥٠٠ كيلومتر).

يدور التابع رادارسات في مدار التزامن الشمسي وبذلك يمكن لمستخدميه مشاهدته في نفس التوقيت المحلي ، كما أن مداره يواجه أشعة الشمس دائماً وذلك يكسبه ميزة تتمثل في اعتماده على الطاقة الشمسية بدلاً من الطاقة المستنبطة من البطارية ، وهناك ميزة أخرى للتابع رادارسات هي أنه يرسل بياناته للمحطات الأرضية في وقت يختلف عن أوقات إرسال التوابع الأرضية الأخرى التي ترسل في منتصف النهار .

● معالجة المعلومات

يعد المركز من الجهات العالمية الهامة في مجال معالجة المعلومات المستقبلة من التوابع الصناعية المختلفة ، ويشمل ذلك تصحيح وإنتاج وإدارة المعلومات الملتقطة من توابع الإستشعار عن بعد ، وقد أصبح المركز من الجهات المتخصصة في إنتاج ومعالجة الصور الفضائية حيث نالت طرقه القياسية في هذا المجال قبولاً عالمياً .

● تفسير الصور

يقوم المركز ببحوث في مجال دمج صور الإستشعار عن بعد مع البيانات الأخرى عن طريق الحاسب الآلي وذلك من أجل تفسير تلك الصور ، وفي المستقبل القريب سيقوم المركز بتفسير الصور الرادارية الملتقطة من الأجيال القادمة من التوابع الأرضية .

● نشاطات أخرى

تشمل أعمال المركز الأخرى النشاطات التالية :-

* **التطبيقات** : وتتلخص في استحداث أساليب وطرق جديدة في استخدامات الإستشعار عن بعد عن طريق المشاريع التي تطرح في المركز الكندي بالتعاون مع جهات أو مجموعات أو أفراد من خارج المركز .

* **توزيع المعلومات** : وتتلخص في استقبال المعلومات ومعالجتها وتوزيعها.

* **معلومات بالطائرات** : حيث يوجد لدى المركز طائرة خاصة مجهزة بأجهزة إستشعار عن بعد بالغة التطور لخدمة الأغراض العلمية الكندية .

* **البحث والتطوير** : وتشمل استخدام أساليب جديدة لتحليل ومعالجة الصور الفضائية إضافة إلى تصميم واستحداث أجهزة تحسس (لواقط) وأنظمة استقبال جديدة بالتعاون مع المؤسسات والشركات في القطاع الخاص .

* **خدمة العملاء** : حيث يمنح المركز تسهيلات ومعلومات تقنية للمستخدمين من أفراد أو مجموعات أو هيئات أو منظمات ضمن قواعد محددة .

منتجات المركز

ينتج المركز صور الأقمار الصناعية على هيئة :-

١- صور ملونة أو صور عادية (أبيض واسود) .

٢- صور رقمية مسجلة على أشرطة حاسب آلي ممغنطة .

٣- صور مصححة جغرافيا حيث يتم استخدام تلك الصور بدمجها مع الخرائط وذلك لأغراض واستخدامات معينة .

٤- صور محسنة حيث يتم معالجتها بطرق معينة لإبراز وتوضيح المعالم والأشكال الموجودة .

مجالات المركز

يعمل المركز الكندي للاسشعار عن بعد على توفير المعلومات الخاصة في المجالات المختلفة منها :- الزراعة ، الغابات ، علم الأرض ، علم البحار ، علم المياه ، إنتاج الخرائط ، متابعة تحركات الجليد ، مراقبة التغيرات البيئية .

خدمات المركز

يقوم المركز بتقديم الخدمات العلمية لعدد من الجهات المحلية الكندية والعالمية .

وتشمل الجهات الكندية التي تستفيد من المركز الجامعات ، والمراكز البحثية ، والمحافظات الإقليمية ، والحكومة المركزية إضافة إلى المؤسسات الصناعية الخاصة .

ويتعاون المركز في الوقت الحالي مع أكثر من مائة شركة ومركز على توفير المعلومات الخاصة بالإستشعار عن بعد بمختلف مجالاتها ، ويعمل المركز على توفير معلومات رادارسات والتوابع المستقبلية في المجالات العلمية المختلفة .

أما على النطاق العالمي فيعمل المركز على تطوير الإستشعار عن بعد تقنياً وتجارياً ، وعن طريق خدماته المرجعية المعلوماتية أصبحت كندا أحد المصادر الرئيسة لمعلومات الإستشعار عن بعد ، ويوجد بالمركز أكثرمن ٧٥ ألف مصنف يمكن استرجاعها عن طريق الحاسب الآلي من أي مكان في العالم . كما يحوي أرشيف المركز أكثر من ٨٠٠٠ شريط عالي الكثافة HDT إضافة إلى صور جوية تم جمعها لمنطقة كندا لأكثر من ١٦ سنة ماضية.

● الشكل المقترح لرادارسات .





الإستشعار عن بعد ودراسة ظاهرة معينة

د. محمد عيد الأظن

منذ أن ظهرت فكرة الإستشعار عن بعد كوسيلة للتعرف على طبيعة ونوعية الأهداف الأرضية دون المساس بها، والأبحاث منصبة على الإرتقاء بأداء هذه التقنية من حسن إلى أحسن بحيث تكون المعلومة المستخلصة بهذه الأساليب أكثر موثوقية، أي جعلها أقرب ما تكون تعريفا بواقع الهدف الذي بحثت فيه.

بدأت هذه الأبحاث في الستينيات أي قبل استخدام الأقمار الصناعية لأغراض جمع المعلومات عن الأرض و عندما كانت فكرة الإستشعار عن بعد مجرد تجارب أولية بأجهزة شبه بدائية (بالمقارنة مع ما هو متاح حاليا)، إذ كانت تستخدم في ذلك الحين عدسات متعددة الأطياف، وهي عبارة عن عدد من آلات التصوير (كاميرات) مجمعة مع بعضها لالتقاط صور آنية، وقد زودت كل عدسة منها بمرشح خاص يسمح لتلك العدسة باستقبال شريحة محددة من الطيف، وعندما استخدمت أجهزة المسح الإلكتروني (Scanners) كبديل عن التصوير الفوتوغرافي، وجد أنه بسبب بدائية البحث كان قد بولغ في عدد الشرائح الطيفية (Spectral Bands) حتى بلغت أحيانا ٢٤ شريحة.

منذ أن كانت فكرة الإستشعار عن بعد تحبو على طريق التكامل، وحتى بعد إطلاق أول قمر صناعي للإستشعار عن بعد عام ١٩٧٢م باسم ERTS (الذي حول اسمه فيما بعد إلى LANDSAT-1) والعمل قائم على قدم وساق لجعل المعلومة المستشعرة عن بعد ذات جدوى معلوماتية أعلى، والحق يقال أن تلك المراحل البدائية في مسيرة أبحاث الإستشعار عن بعد كان لابد منها لإثراء تلك المعرفة التقنية، وفعلا فتحت تلك المحاولات الأولى في هذا الميدان قنوات كثيرة. فإضافة إلى أنها أوضحت مفهوم الإستشعار عن بعد كأسلوب ناجح معلوماتياً واقتصادياً، فهي كذلك كانت من جملة الأسباب التي دفعت إلى السطح مجالات بحثية متعددة ومفاهيم تقنية تطبيقية لم تكن معروفة من قبل، ومنها ما يسمى معالجة الصور الرقمية (Digital Image Processing) والتصنيف الآلي للمعلومات (Image Classification)، وقد دمجت في هذه الدراسات النظرية التطبيقية عدة ميادين معرفية أهمها الفيزياء والرياضيات والإحصاء والتوقيع الجيوديسي، ولا يزال البحث قائما حتى يومنا هذا لمتابعة رفع كفاءة هذه التقنية فوق ما وصلت إليه من إبداع فى عدة ميادين كثيرة منها المدنية (علم الأرض والزراعة ومراقبة البيئة) ومنها العسكرية (كالإستطلاع والتوقيع والمتابعة الميدانية).

ولم تخل مسيرة الإستشعار هذه من الطرافة، والإثارة أحيانا حتى جعلت بعض المشهورين من العلماء ينشرون كتبا من نوع «عيون تكشف المجهول» و«الإستشعار عن بعد رؤية أفضل» وهكذا، ونحن هنا بصدد إيضاح واقع علمي وتقني صرف بعيد عن الإثارة بهدف التعرف على أساليب «الإستخدام الأمثل لمعلومات الإستشعار عن بعد في دراسة ظاهرة ما»، ونقصد بالإستخدام الأمثل موضوعين شبه منفصلين، الأول كيفية جعل المعلومة ذات دلالة تعبر بصدق عن واقع الهدف المرصود، والآخر أسلوب تبادل هذا السيل من المعلومات بأنظمة معلوماتية متطورة ومنها الأنظمة المعلوماتية الجغرافية (GIS).

الأصول الفيزيائية

تعتمد عملية الإستشعار عن بعد اعتمادا كليا على فرضية فيزيائية مبرهنة عمليا مفادها أن الأشعة الكهرومغناطيسية (Electromagnetic Radiation) المنعكسة عن هدف ما تحمل خواص ذلك الهدف، هذه الفرضية بنصها المبسط تحتاج إلى توضيح يسلط الضوء على أساليب تطوير ورفع كفاءة عملية الإستشعار عن بعد.

إن عبارة «تحمل خواص» تعني بكل بساطة أن الإشعاع المنعكس عن الهدف تتغير خواصه حسب طبيعة ونوعية ذلك الهدف، والخاصية المتغيرة هي الطاقة

أي « شدة الأشعة » المنعكسة . بمعنى أنه إذا انعكس إشعاع عن قطعة من الحديد درجة حرارتها ٢٠ درجة مئوية مثلا وانعكس إشعاع آخر مماثل للأول عن قطعة أخرى من الحديد درجة حرارتها ٣٠ درجة مئوية ، لكانت شدة الإشعاع المنعكس الأول تختلف عن شدة الإشعاع المنعكس الثاني ، وهو أمر يمكن أن نعده من البديهيات في مثل هذا المثال ، ولكن المثال التالي أقل بداهة ، وهو أنه إذا انعكس إشعاعان متماثلان أحدهما عن قطعة من الحديد بدرجة حرارة ما والآخر عن قطعة من الخشب في نفس درجة الحرارة ، نجد أن شدة الإشعاع المنعكس عن الحديد تختلف عن شدة الإشعاع المنعكس عن الخشب ، أي أن الطاقة التي يحملها الإشعاع المنعكس تعتمد على طبيعة الهدف الفيزيائية والكيميائية ، وهذا يعني بالمقابل أننا إذا كنا نعرف كيف تتغير شدة الأشعة المنعكسة عن الأهداف أمكننا أن نتعرف على الأهداف نفسها .

وهناك حقيقة فيزيائية أخرى وهي أننا إذا أخذنا جسماً معينا وأسقطنا عليه عدة حزم كهرومغناطيسية (ضوئية مثلا) وكان متوسط الطول لكل حزمة يختلف عن متوسط الطول للحزمة الأخرى (كأن نسقط مثلا على الجسم ثلاث حزم ضوئية الزرقاء والخضراء والحمراء)، نجد أن تغير شدة الأشعة المنعكس لكل حزمة تختلف عن تغير شدة الحزمة الأخرى مع أنها جميعا انعكست عن نفس الهدف . إن تغير شدة الأشعة المنعكسة عن الجسم أمر بدهي كما بينا ، إنما الجديد هنا أن هذا التغير في شدة الإشعاع يتوقف أيضا على طول الموجة الواردة قبل انعكاسها .

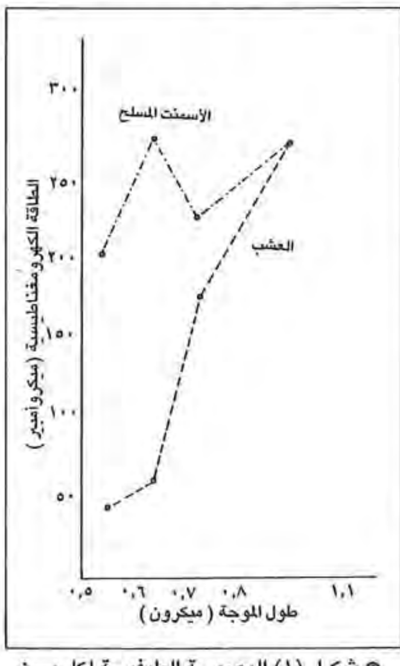
وهنا يبدو لنا الأمر وكأنه فوضى ، أشعة متباينة تختلف في انعكاساتها حسب تباين الأهداف التي انعكست عنها ، ويبدو لنا وكأن هذه التغيرات في شدة الأشعة المنعكسة ، أو حتى التي يبثها الجسم ذاتيا ، هي تغيرات عشوائية . إن هذه العشوائية واردة عمليا عندما نبحث في موضوع تحسين أداء الإستشعار عن بعد، ولكن هذه العشوائية منضبطة أصلا بقوانين تبين لنا أنها صفة عشوائية لا وجود لها إلا في أساليبنا نحن كبشر في الكشف عن حجم هذه التغيرات . فنحن لسنا قادرين أولا على إجراء قياسات بالغة الدقة لهذه التغيرات في شدة الأشعة ، وثانياً لا نتمكن من قياس التغيرات الطيفية في خواص الجسم نفسه ، وهي الخواص التي تسبب التغيرات في الأشعة المنعكسة ، بمعنى أنه يمكن أن يكون هناك جسمان مختلفا الخواص ونعتقد بأنهما متطابقان لعجزنا عن التعرف على تلك الخواص بدقة . وللسيطرة على هذا الوضع والتمييز بين تغيرات الأشعة المنعكسة والتغيرات الطارئة على الهدف وضع الباحثون مفهوم **البصمة الطيفية** (Spectral Signature) للحالة المثالية ويوضح الشكل (١) البصمة الطيفية للعشب مقارنة مع البصمة الطيفية للأسمنت المسلح نتيجة قياسات ميدانية مباشرة أجراها الكاتب عام١٩٧٥م ، ويظهر فيها تغير شدة الأشعة المنعكسة من شريحة طيفية إلى أخرى ومن صنف إلى آخر ، ويظهر فيه احتمال اتفاق صنفين مختلفين (العشب والأسمنت المسلح) في شدة الأشعة المنعكسة في شريحة طيفية (في هذا المثال اتفقا في الشريحة تحت الحمراء البعيدة) ، ولا يمكن أن تتفق جميع القيم في تجميع الشرائح الطيفية لمادتين مختلفتين ، وبالتالي نستطيع عن طريق هذه القيم العددية أن نميز بين صنف وآخر وأن نحدد مواقع هذه الأصناف عن طريق التعرف على مواقع الرقع الأرضية التي انعكست عنها تلك الأشعة ، وهو ما نسميه **بصناعة الخرائط الموضوعية** (Thematic Maps) بمعنى أننا نستطيع عن طريق هذه التجربة الميدانية البسيطة أن نميز في مشهد فضائي بين الحدائق والأبنية حتى قبل أن نحول السجلات العددية إلى صور مرئية .

كذلك وضع الباحثون مفهوم **التجاوب الطيفي** (Spectral Respons) للحالة العملية التي تحدد دقة عملياتنا الإستشعارية . فإذا اتبعت بعد ذلك أساليب منظمة في دراسة هذه الأشعة أمكن بالتالي استخدام معلومات الإستشعار استخداما أمثل . ويوضح الشكل (٢) **التجاوب الطيفي** للشريحة اللونية الأولى التي تعرف بأنها مجموعة القيم لخمس شرائح (من أصل سبع شرائح) طيفية لمشهد الدرعية ، منطقة الجامعة وما جاورها (١٥كم × ١٥ كم) أخذت باللاقط(TM) وذلك بعد تقسيم الهستوغرام لكل شريحة طيفية إلى ثماني شرائح لونية (نفس السلم اللوني لجميع الشرائح الطيفية) ، حيث يبين المنحنى الأعلى القيم العظمى لشدة الأشعة المنعكسة في تلك الشروط ، والمنحنى الأدنى القيم الصغرى لشدة الأشعة المنعكسة في نفس الشروط . و يوضح الشكل أن التباين بين القيمتين العظمى والصغرى سببه الأخطاء العرضية الناشئة أصلا عن تدني دقة قياس الأشعة المنعكسة والظروف المحيطة بمنطقة الدراسة الأمر الذي يستدعي استخدام منحنيات التجاوب الطيفي (الواقعية) في عمليات التصنيف الآلي كبديل عن البصمة الطيفية .

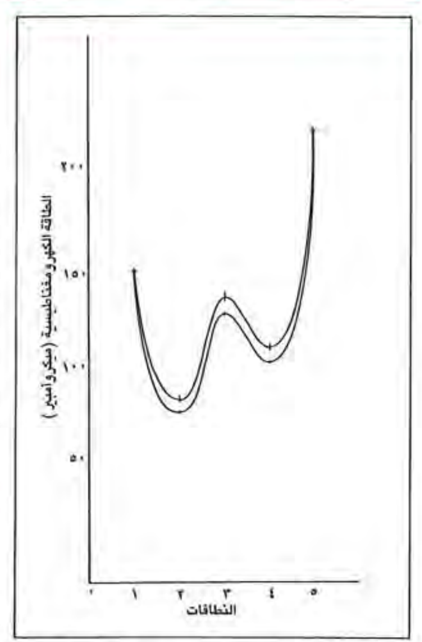
أداء عملية الإستشعار

يتمثل المبدأ الأساس لأداء عملية الإستشعار بأنه التجاوب الطيفي لهدف مجهول يقع داخل إطار التجاوب الطيفي لهدف معلوم ، فعلى سبيل المثال عندما يكون التجاوب الطيفي للتربة الزراعية معلوما فإن أي تجاوب طيفي لهدف مجهول يقع ضمن نطاق التربة الزراعية يصنف بأنه تربة زراعية .

ولكن تبسيط الأمور إلى هذا الحد فيه الكثير من التجاوزات ، فهناك حالات كثيرة ينطبق عليها أداء عمليات الإستشعار عن بعد ببساطته المذكورة ، إلا أن حالات أكثر يلتبس فيها الأمر وتتداخل المعلومات بشكل يجعل اتخاذ القرار ليس بمثل هذه البساطة ،



● شكل (١) البصمة الطيفية لكل من العشب والأسمنت.



● شكل (٢) التجاوب الطيفي للشريحة اللونية الأولى.

وإنما يتطلب معالجات خاصة هي في غالبها موضوع تحسين أداء هذه التقنية . ومصادر هذه الإلتباسات (Ambiguities) في تحديد طبيعة الهدف هي التغير (Variability) في الظروف الجوية والطبوغرافية المحيطة بالهدف الذي نبحث عنه ، ومنها على سبيل المثال ما يلي :-

● الطبوغرافية

لنفرض أن هناك هضبة مغطاة بنوع واحد من الغطاء النباتي وليكن البرسيم مثلاً ، فحسب التعريف السابق للبصمة الطيفية ، أو التجاوب الطيفي ، يجب أن يكون لكل رقعة من الهضبة نفس البصمة كما لبقية الرقاع (Ground Patch Area- GPA) ، ولكن بسبب تغير الميل على الهضبة ، من رقعة إلى أخرى فإن ذلك الميل يجعل كمية الأشعة التي يستقبلها جهاز المسح الإلكتروني تتوقف على موقع هذه الرقعة من الهضبة ، وبالتالي فإن شدة الأشعة الملتقطة تختلف في السجلات الرقمية من رقعة إلى أخرى ، عليه تكون دلالاتها متباينة وكأن الهضبة مغطاة بأنواع مختلفة من الغطاء . فإذا تذكرنا أن تأثر الشرائح الطيفية بهذا الميل غير متساو أدركنا خطورة إهمال هذا العامل في اتخاذ القرار . ولما كانت برامج الإستشعار في غالبها لا تأخذ العوامل الطبوغرافية في الحسبان أثناء تصنيف البصمات فإن ترك الأمر على علاته سيعطينا حتما معلومات خاطئة .

● الوقت

لنفرض الآن أن الأرض مستوية تماما وعامل التغير الطبوغرافي المشار إليه غير وارد ، ولنفرض أن الأرض المغطاة كذلك بغطاء نباتي واحد قد مسحت من مسارين مختلفين من مسارات القمر الصناعي مثلا ، أي أن جانبا من الأرض قد مسح في وقت غير وقت مسح الجانب الآخر . وكما في الحالة الأولى يكون التجاوب الطيفي لكل جانب مختلفا عن التجاوب الطيفي للجانب الآخر . فتبدو الأرض وكأنها ذات غطائين نباتيين مختلفين .

● التناثر الضوئي

يلعب التناثر الضوئي (Scattering) في جو الكرة الأرضية دوراً آخر في تضليل الباحث ذلك لأنه يؤثر على أشعة الطيف . ولما كان تأثيره غير ثابت بالنسبة لجميع الشرائح الطيفية (إذ هو الأعظم في الطيف الأزرق ويتضاءل كلما ارتفعنا في سلم الطيف حتى ينعدم في طيف تحت الحمراء) ، فإن التجاوب الطيفي للهدف يتغير بفعل التناثر الضوئي تغيراً يكاد يكون في كثير من الأحيان طاغيا على نوعية التجاوب الطيفي ، وبالتالي فإن الحاسب يعطينا إجابات عن الهدف تختلف في الغالب اختلافا جذريا عن ما هي عليه حقيقة الأهداف الأرضية ، هذا إذا لم يتجاوز الحاسب تلك القطع من الأرض كليا حسب طبيعة البرنامج .

وبناءاً على العوامل المذكورة يعد الأداء متدنيا ، وقد يكون أحياناً مضللاً وخطيراً . إذاً لا بد لنا من أن نبحث في وسيلة علمية تقينا تأثيرات العناصر المضللة في عمليات الإستشعار عن بعد ريثما نتوصل إلى برامج (Software) أفضل من تلك المستخدمة حاليا لأنها ما زالت تعتمد في بنيتها على الأسس البدائية لنظرية الإستشعار .

رفع كفاءة الأداء

إن عملية اتخاذ القرار المناسب للبت في طبيعة الهدف المراقب هي عملية إحصائية تحتمل الخطأ والصواب ، ويكون أداء العملية مرتفعا كلما كان احتمال الخطأ فيها متدنيا . وتنخفض كفاءة هذا الأداء مع ارتفاع احتمالات الخطأ فيه . فهي عملية إحصائية (Statistical Operation) لابد وأن يرافقها تقييم للنتائج . إنها إحصائية أصلا لأنها تعمل على التوفيق بين دلالات أعداد هائلة من القيم العددية بمثل عدد رقاع الأرض (GPAs) الممسوحة مضروبا بعدد الشرائح الطيفية (Spectral Bands) المستخدمة .

وعلى سبيل المثال فإن عدد وحدات (Pixels) مشهد واحد من مشاهد لاندسات الملتقطة بالجهاز (TM) مع استثناء الشريحة الطيفية السادسة الحرارية بسبب تدني قوة فصلها ، تزيد عن ٢٢٠مليون وحدة تحمل كل منها عدداً يمثل شدة الأشعة المنعكسة عن تلك الرقعة ، وكلها تحتاج إلى التعرف على طبيعتها ثم تصنيفها حسب تلك المعرفة . ويوجد عادة عدد كبير من هذه الرقاع ذات دلالة واضحة لا يتطرق إليها الشك كالماء مثلا ، ولكن تبقى الرقاع المجهولة كثيرة وكثيرة جداً . ويمكن احصاء عدد الرقاع حسب نظرية الإحتمالات (State Conditional Probability) التي استخدمت لأول مرة عام ١٩٨٠م بوساطة **ستراهلر (Strahler)** الذي استعان بقاعدة بايز (Bayes Rule) لتعيين الإحتمال الأعظم (Maximum Likelihood) كما في المعادلة الآتية :-

$$Di(x) = P(x|i) \cdot P(i)$$

حيث أن :-

D تمثل عدد الوحدات (Pixels)
i تمثل الصنف (Class)
x تمثل الشرائح الطيفية (Spectral Bands)
p تمثل الإحتمال (Probability Function)

وقد أحدثت هذه العلاقة طفرة نوعية في عمليات التصنيف (Classification) باستخدام الحاسب الآلي لأنها تحسب لنا (Di) لكل صنف (Class) ، وتكون دلالة الرقعة هي أن الصنف فيها هو الذي يحمل أكبر قيمة للمقدار (Di) . وأهم من ذلك أننا إذا علمنا أن منحنيات التكرار (Distribution Function Curves) للقيم العددية للمشهد ذات توزيع منتظم (Normal Curves) نجد أن تطبيق العلاقة يتبسط كثيراً.

في واقع الأمر تعود معظم أنظمة التصنيف (Classifiers) المستخدمة عمليا إلى القانون السابق في بحثها عن الإحتمال الأعظم لوجود الصنف ، وبذلك ارتفعت كفاءة أداء عمليات الإستشعار عن بعد إلى مراتب عالية من الدقة ولكنها لا تزال

احتمـاليـة ، وعلى ذلك يكمن الإستخـدام الأمثل لمعلومات الإستشعار عن بعد في دراسة ظاهرة ما في تشكيل التوابع المميزة ثم استعراض جميع رقاع الأرض الممسوحة ومقارنتها بحثا عن أعظمها قيمة ، ويمكن استكمالا للبحث من الإشارة إلى إمكان تعميم النظرية السابقة والعمل على إيجاد تابع مميز لكامل المشهد يعطي على الغالب تجاوباً طيفياً يميز المشهد (scene) بكامله عن مشاهد أخرى ، الأمر الذي يتيح مستقبلا التعامل مع المشهد ككل كما هو الحال مع كل رقعة (GPA) من رقاع الأرض ، ولازال البحث الذي يفي هذه الخطوة المتقدمة تحت الدراسة ، وقد قامت كلية الهندسة / جامعة الملك سعود ممثلة بأحد طلابها عام ١٩٩١م بمسح منطقة الجامعة في الدرعية في مساحة (١٥ × ١٥كم) باستخدام اللاقط (TM) ، وقد أعطت الدراسة نتائج مشجة لتعميم نظرية الشرائح اللونية "Color Bands" لمنحنيات التكرار في إيجاد بصمات المشهد كبديل عن بصمات كل صنف من المعالم الأرضية على حدة .

الأنظمة المعلوماتية

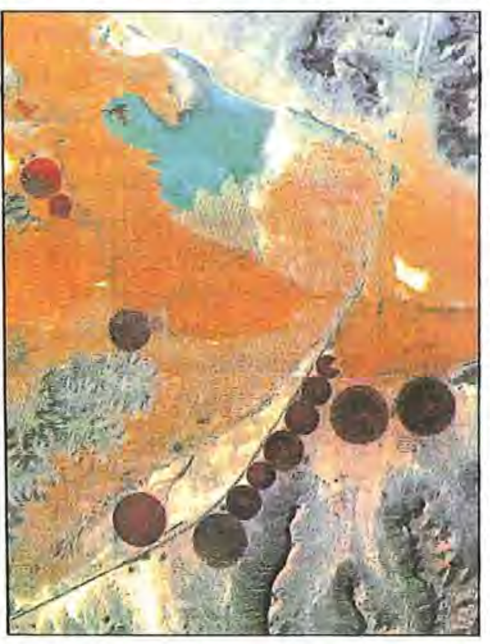
تم البحث حتى الآن في كيفية تحسين أداء الإستشعار لتكون المعلومة التي يُحصل عليها ذات دلالة صحيحة عن الهدف الذي تمثله ، وهو أساس الإستخدام الأمثل للمعلومات . ولكن هذا الأساس ومهما بلغت المعلومة من الدقة والواقعية يُبقى المعلومة قاصرة عن تحقيق الهدف الذي وجدت من أجله إذا لم يتم الحصول عليها عند اللزوم وباعتبارها معلومة من بين ملايين المعلومات . ولكي تكون الإستفادة منها مجدية ، فلا بد أن تكون أساليب الوصول إليها منضبطة بنظام .

ولنقر أولا من أن تبادل المعلومات أصبح في الوقت الحاضر من أكثر المواضيع حيوية وإثارة ، ذلك لأن الحصول عليها بهذا الأسلوب المعاصر (الإستشعار عن بعد) يمدنا بسيل لا حصر له من المعلومات ، وكما أسلفنا فإنها تستخدم في كل ميدان من ميادين الهندسة ، المدنية منها والعسكرية . والحصول على هذه المعلومات يستنزف من الجهات المعنية وقتا وجهدا وتكاليف باهظة . فإذا أصبحت إحدى هذه المعلومات ضرورية لعملية من العمليات ولم نتمكن من العثور عليها تصبح معلومة عقيمة ، أي كأنها غير موجودة . وتتجلى خطورة هذا الأمر في الساعات الحرجة إذ كثيرا ما يكون للمعلومة جدوى في لحظة معينة بالذات وتنعدم فائدتها إذا فات أوانها . بمعنى أن المعلومة يجب أن تكون موجودة ، وأن نعلم أين هي ، وأن نتمكن من الحصول عليها في الوقت المناسب . من أجل ذلك تُركز معظم مراكز البحوث في العالم على إيجاد وتطوير أنظمة معلوماتية تحقق الأهداف الثلاثة معا .

ولأخذ فكرة عن ضرورة البحث في إيجاد بديل عن الأنظمة المعلوماتية التقليدية خذ على سبيل المثال أياً من الأنظمة التي تستخدمها المكتبات ، فالمعلومات في هذه الحالة عبارة عما في الكتب والدوريات ومصادر المعلومات الأخرى المتاحة لتلك المكتبة ، أما الكتب والدوريات والمصادر الأخرى نفسها فهي مجرد أوعية لها ، يجري عادة تصنيف لهذه الأوعية حسب المواضيع، وترتب ترتيباً أبجدياً ، كما يجري عادة تصنيف رديف هذه الأوعية ، وربما يكون أقدمها وأكثرها شيوعا نظام (DEWEY) المعمول به حتى يومنا هذا في كثير من مكتبات العالم رغم أنه مر على وضعه أكثر من قرن من الزمان ، وهو نظام بسيط ومباشر وخال من التعقيد ، ويمكن لأي امرىء يرتاد المكتبات أن يألفه ويستخدمه الإستخدام الصحيح ، وخاصة بعد استخدام الحاسب الآلي فيها . ويلاحظ في جميع هذه الأنظمة أنها من النوع القاصر (idle) أي الذي يعطي الوعاء (الكتاب مثلا) ولا يعطي المعلومة التي تبحث عنها . وحتى إذا طور هذا النظام وضخم بحيث يعطي المعلومة نفسها فإنه لا يمكن بوساطته مقارنة هذه المعلومة بمعلومة أخرى أو التعرف على علاقة مجموعات المعلومات بعضها ببعض . ولإيضاح دلالة هذا القصور في الأنظمة المعلوماتية التقليدية نطرح المثال التالي :ـ

لنفرض مثلا أن نظام المكتبة زودك بجميع المعلومات المتعلقة بطرقات دولة ما ، أين تبدأ وأين تنتهي وأين تمر وما هي نوعية ومواصفات كل منها وهكذا ، ولنفرض كذلك أن نفس النظام زودك بجميع المعلومات المتعلقة بتربة تلك الدولة من حيث نوعياتها ورطوبتها وتحملها ومواقعها وهكذا ، ثم لنفرض أنك تريد أن تنتقل بآلية ما من طريق اسفلتي إلى آخر ماراً برقعة ليست ذات طريق . إن جداول المعلومات التي يمكن أن تكون قد حصلت عليها من المكتبة لا تفيدك في هذه الحالة بشيء لأنها معلومات معزولة عن بعضها في جداولها . إنها معلومات صحيحة ودقيقة ويمكن الحصول عليها في الوقت المناسب ولكنها قاصرة ، أي لا تمكنك من اتخاذ قرار فوري فيما يتعلق بمكان ترك الطريق المسفلت ، وما هو الإتجاه الواجب اتباعه لحظة بلحظة حتى تبلغ نقطة ما على الطريق الآخر دون إعاقة وفي أسرع وقت . فإذا كنت في حالة حرب مثلا ولم تتخذ القرار المناسب في الوقت المناسب للخروج من الطريق فإن ذلك قد يكون مدعاة لخسارة المعركة . لذلك وجب البحث عن نظام معلوماتي بديل يتيح فرصة المقارنة الفورية بين هذه المعلومات المتاحة الأمر الذي يمكنك من اتخاذ القرار الصحيح ، ومن هذا المنطلق جاءت فكرة الأنظمة المعلوماتية الجغرافية (Geographic Information Systems - GIS).

وبإيجاز سريع فإن نظام (GIS) نظام معلوماتي أوعيته هي المواقع الجغرافية



● صورة (١) لقطة لموقع بجنوب غرب الرياض توضح المعالم المختلفة للمنطقة .

لتلك المعلومات بـالدرجة الأولى . فإذا كانت الطـرقـات قد صنفت بـإحداثيـاتهـا أمكنك عرضها على شاشة الحاسب (Notebook) ، فإذا كنت ممن يستخـدم النظـام ميدانيـا ثم عرضت على نفس الشاشة بشكل (Overlay) المعلومات المتعلقة بالتربة يظهر أمامك على الشاشـة جميع أماكن العبـور ، ويطلق على الأنظمــة الـتي تأخــذ التوزيع الجغـرافي (Spatial data) في الحسبــان إسم أمــاكن أنظمة معلوماتية جغرافية (GIS) ، وهي التي تمتـاز عن الأنظمـة المعلـوماتيـة الأخـرى بتسريع وتسهيل مقـارنة العلاقات القـائمة بين المعلـومـات ، فتحولهـا من معلـومـات قاصـرة إلــى معلومـات حية (Active) ، ونظـراً لامكان تحـويل الخـارطة العدديــة (Digital Map) إلى خـارطة مرئيــة (على الشاشة أو على الراسمة) يصبح التعامل مع الأنظمة المعلوماتية الجغرافيـة جامعا لمزايا الأنظمـة الأخـرى ، ويعد استخـدام النظـام المعلـومـاتي الجغـرافي للتعـامل مع هـذه المعلومـات هو الإستخدام الأمثل لهـا ، عليه يجب أن نضـع بــرامـج هــذه الأنظمــة المعلـومـاتيـة الجغرافيـة بأنفسنـا وعـدم استعارة أو استئجار أو شـراء نظام وضعه غيرنـا لتحقيق أغراضه هـو مهما بلغت تلك الأغراض من شمولية ، لأنهـا تختلف ـ شئنا أم أبينا ـ عن أغراضنا ولو بنسب متفاوتة .

خـلاصــة القـول أن الإستخدام الأمثل لمعلـومات الإستشعـار عن بعد في دراســة ظـاهــرة معينـة يتطلـب العمل على خطين متوازيين هما العمل على تحسين أداء عملية الإستشعـار نفسهـا بـاستخـدام نمـاذج ريـاضيـة منضبطـة بتحقيقـات متتـاليـة ، واستخدام أنظمة لتبادل المعلومات من نوع الأنظمـة المعلـوماتيـة الجغرافيــة على أن تكون قد أعـدت خصيصا لتحقيق الأغراض التي تمت عملية الإستشعار أصلا من أجلها، وتمثل الصـورة (١) مشهدا عـدديا معـالجا عن قــرص (CD ROM) لإحـدى لقطـات (Spot) لموقع مزارع في جنوب غرب مدينة الـريـاض تم أخذهـا في بـرنـامج من أربع مـراحل بإشـراف الكاتب .حيث تظهر فيـه بوضوح كل من المزارع المروية آليا (دوائر حمراء وبنية) ، ومناطق تجمع مياه الأمطار والصــرف (أزرق) ، ومنـاطـق الـرمــال المتحركة (اللون الـذهبي) . كما تظهر عليها التضاريس الجبلية (جبال طـويق) والروافد الطبيعية (جنوب وشمال شرق المشهد) .

تطبيقات الإستشعار عن بعد في دراسة التصحر

أ. علي وفا عبد الرحمن أبو ريشة

تزداد حدة التصحر في العالم خاصة في المناطق الواقعـة تحت تأثير الجفـاف الطبيعي والاستغلال غير المـرشَّد للموارد الطبيعيـة، مما يــؤدي إلى خـلل في النظــم البيئية السائـــدة.

ويعيش العالم حالياً مرحلـة متقدمة من التدهور البيئي يتمثل في عـدم التـوازن في المـوارد الطبيعيـة ممـا يـؤدي إلى التصحـر وتـدهور الـظروف الاقتصاديـة وبالأخص نقص الغـذاء بسبب تدني القـدرة الإنتاجية لـلأرض الصالحة للزراعـة ، ويـزداد هـذا الأثر السيء في البيئات الجافة وشبه الجافة التي تتصف بشح أو عـدم تــوفـر ميـاه الأمطـار بكميات تكفي لنمو النباتات .

الجـديـر بالـذكـر أن ٩٠٪ من أراضي الــوطن العـــربي تقع فـي المنـــاطق الصحـراويـة وشبه الصحـراويـة ، وأنـه بنهايـة هذا العقد سيفقـد حوالي ١٨٪ من أراضيه الصالحة للزراعة .

أدى تطور نظم المعلومات والحاسبات الآلية وظهـور التقنيات الفضائية الحـديثة إلى ازدياد البحث العلمي في مجال دراسة البيئـة ومـواردها الطبيعيـة ، ومع تـزايـد إستخـدام الأقمار الصنـاعيـة والتصويـر الجوي وغيرها من تقنيات الإستشعار عن بعد كـوسيلة بحثٍ دقيقـة اتجه البـاحثون إلى تطبيق أحـدث ما توصل إليـه العلم في تطور آلية التقنيات لبحـث ظاهرة التصحر الخطيـرة ، ولعل في ذلك محـاولـة جـادة لايجـاد نظم إنذار مبكـر لكشف التصحـر ولبحث السبل الكفيلـة بـوقفـه في الـوقت المناسب .

أشكــال التصحـــر

التصحــر حسب تعريف منظمة الأمم المتحدة الـذي أقرته في مؤتمـراتها يعني كل أشكــال التقهقـر في مــوارد الأرض المعـرضـــة لتأثيـر الجفـاف الشـديـد ، وبالتـالي تدهور النظـام البيئي والحياتي لـلأرض وانخفـاض إنتـاجيتهـا بصـورة مضطردة ممـا يؤدي في نهـاية الأمـر إلى ظروف وحالات شبيهة بالصحراء .

ويتخذ التصحر عدة أشكال ، حيث يعد أي من الظـواهر التاليـة طرف مسـاو في معادلـة طرفها الآخر هـو التصحر ، وهي تتمثل فـي ســوء استعمـــال الأراضي والموارد الطبعيـة ، وعدم تـوزيع الأمطار والجفـاف وزحـف الـرمـال ، ثم العــامل البشري السلبي وذلك على النحو التالي :ـ

١ ـ تدهور الموارد الطبعيـة من تربة ومياه

ونباتات بسبب استنزاف هذه الموارد .

٢ـ تملّــح الأراضــي الصالحــة للزراعــة بسبب ريهـا بمياه مـالحـة أصلاً أو سـوء ترشيـد استعمال ميـاه الري المستعملـة ، وعدم وجود شبكة صـرف مناسبة لغسل الأملاح المتراكمة في التربة ، و عدم إجراء عمليـات الصيانـة لهـذه الشبكة ، ويـزداد تراكم الأمــلاح بفعل التبخر الشديـد أثناء فصل الصيف ، وهذا يـؤدي إلى انخفاض تدريجي في مستوى الانتـاج النباتي حتى تصل الأمــلاح إلى الحد الذي يصعـب معه نمو النباتات .

٣ـ تحـــول البحيـــرات إلى سبخـــات ملحية بسبب التبخر والسحب الزائد للمياه ومن ثم الجفاف .

٤ـ زحف الرمال علـى المناطق الزراعية أو الترب الصالحة للزراعة .

٥ـ تحول الأرض الـزراعية إلى أرض بور غيـر منتجة بفعل الاستغـلال السيء لهـا نتيجة إستعمال مواد المكـافحة (مبيدات للحشائش أو الحشـرات ، أو الآفات بشكل غيـــر سليم أو التلـوث البيئي أوتحـــريك وكسر الطبقة السطحية للتربة .

٦ـ قطع أشجار الغابات الطبعية .

٧ـ سوء إدارة المراعي الطبعية والتحطيب التي تتمثل فـي قطع جـــذور النبـــاتـــات المعمـرة والـرعي الجـائر وازديـاد عـدد المواشـي مما يؤدي إلـى تدهـور التوازن البيئي وزوال النبـاتات الـرعويـة وتحول المسـاحات الخضــراء إلى أراضي قاحلـة ومجدبة .

٨ ـ التوسع العمراني على حساب المناطق الزراعية والغابات والواحات .

ولـــدرء أخطـــار التصحـــر ينبغي أن توضع الخطط اللازمـة وتتضافر الجهود التي تساعد على الحد منه وذلك على النحو التالي :ـ

- وضـــع خطـــة إستثماريـة للمـــوارد الطبعية .
- المحافظة على المـوارد الطبعية وحسن استغلالها .
- التـوعية بأسبـاب التصحـر وأشكالـه ونتائجه .
- استخدام التقنيات الحديثة في البحث لمراقبة هذه الظاهرة والحد منها .

ويبرز هنا دور تقنيات الإستشعار عن بعـد كـــوسيلـة بحث دقيقـة وســـريعـة ومبـاشــرة لمشـاهدة ومتـابعـة ظـاهـرة التصحر من خلال صور الأقمار الصناعية والصـــور الجـويـة حيـث تنعكس مــلامح التصحر على سطح الأرض بسهولة تجعل من الإستشعـار عن بعـد الـوسيلـة المثلى لدراســة مناطق واسعــة من سطح الأرض مع تـوفـر إمكانيـة أفضل لــلاستكشــاف والمقارنة والتعـرف على المعالم الأرضية ومتـابعـة تطورهـا وبتكـاليف محـدودة نسبياً.

الإستشعار عن بعد والتصحر

يعد التصحر تحـول جغرافي في شكل وملامح سطـح الأرض وبالتالي تغيـر في الخصائص الانعكـاسية لسطح الأرض في منطقة معينة ، وبما أن نظم الإستشعار عن بعـد متخصصــــة حسب أسلـــوب عملهـا التقني في مراقبـة الموارد على السطح عن طريق تسجيل الأشعة الكهـرومغناطيسية المنعكســة أو المنبعثة منهـا ، لـذلك يمكن مسح ومـــراقبـة مختلف الظـــواهـر ذات العلاقة بالتصحر والتحول في الخصائص الأساس وذلك بـوساطـة الصور الجـوية والفضائية والنظـم الرادارية الفعالـة بدقة وسهولة . ولايمكن الاستغنـاء عن الأعمال الميدانية المساعـدة في تفسير المعلومات التي تظهر في الصور الفضائية .

يمكن بوســاطة هذه التقنيـات التعرف على الغطـاء النباتي وتصنيفـه بالاعتمـاد على المعلـومـات الحقليـة المتـوفـرة عن منطقة الدراسة ، كذلك يمكن تتبع التغيرات التي تطرأ على الغطاء النبـاتي بفعل عوامل التصحر من حيث انتشاره وشكله ودرجة نموه ، إذ أن لكل مرحلة نمـو ودرجة كثافة نباتيـة ونوع نبـاتي معين نسبـة إنعكاس محددة ومميـزة تختلف عن غيرهـا ضمن مجـــال طيفي معين ، حيث يتم تسجيلهـــا بـوســاطـة مجسات الأقمـار الصنـاعيـة والتصـويـــر الجـوي والــــراداري . ومن الأقمار المهمـة في مراقبة التصحـر القمر الصنــاعي الأمريكي نـوا (NOAA) الـــذي يحمل مـاسحــاً متطـوراً عــالي التمييـز ويغطي المشهد المداري له مساحة أرضية بعــــرض ٢٧٠٠كم٢ ، وبذلك فإن صورة واحـدة منه تغطي معظـم مناطق المملكـة وتظهـر فيهـا بوضـوح منـاطق الكثبـان الرملية والمناطق المعرضة لزحف الرمال والتصحر .

وتستخدم تقنيـة الإستشعار عـن بعد كـذلك في دراسة تصنيـف التربـة ورسم خرائط لهـا وتحديـد أنواعهـا ، وبالتـالي يمكن معرفـة وضعها والتغيـرات التي قد تطـــرأ عليهــا والتعـــرف على المنـــاطق المتعرضــة للتصحر ، وذلك من منطلق أن كل نـــوع من التـــربـــة يعكس الأشعـــة الكهرومغناطيسيـــة الـواردة إليـــه بقـدر معيــن ـ نسبــــة الانعكـاس للأشعـــة الكهرومغنـاطيسية ـــ ضمن طول مـوجة معين ، ويتأثر معامل الإنعكـاس بالظروف البيئية للتربة وخواصها الفيزيائية ونسبة رطوبتها ونسبة المواد العضوية وأكاسيد الحديد فيها وغيرها من المؤثرات .

كذلك تمكّن تقنيـة الإستشعار عن بعد من دراســة الميـاه السطحيـــة عن طـريق تمييزهــا بدقـة في نطـاق الصور الجـوية والفضائيـة وخاصة عنـد تسجيل الأشعة المنعكســة منهـا في مجـال الأشعـة تحت الحمراء ، ويمكن تحديد امتـدادها ونقاؤها ومدى تلوثها وكثير من صفاتها الظاهرية

ومما يجدر ذكره في هذا المجال أهمية استخـدام الصور الـرادارية في التعـرف على أمـاكن وجـود الميـــاه الجـوفيـة في المنـاطق الرمليـة نظـراً لقـدرة الموجـات الـرادارية على النفـاذ إلى طبقـات الأرض الـــرمليـــة لمســـافـــات تختلف حسب رطـوبةالتـربـة ونوعهـا وطـول الموجـة المستخدمة وعوامل أخرى .

تساعـد تقنية الإستشعـار عن بعد في دراسة عدة أشكال من التصحر وذلك على النحــو التالي :ـ

إنجراف التربة وتملّحها

يعد فقدان التـربة وانجرافها بـوساطة الهواء والماء (الفيضانات والسيول) شكلاً من أشكال التصحـــر ، ويمكن مراقبـة هذه الظاهرة والإنذار المبكر بـإمكانية حدوثها عن طريق دراسة صـــور الأقمار الصناعية التي يمكن بوساطتها تحـديد مدى انتشار الفيضـانات أو السيـول المائيـة وتحديـد

أماكن تجمع التربـة وانجرافها . كما يمكن مـلاحظـة الأراضـي المتملحـة والتعـرف عليها بسهولة من الصور الفضائية بسبب نسبة إنعكاسها العالية ، ويمكن أخذ عينات من المـواقع وتحليلهـا وتـزويـد وحـدة المعالجة الـرقمية للصور الفضائيـة بهذه المعلـومات حتى يتم تعميمهـا على كـامل مناطق الصورة وتحديـد مساحة المناطق المتملحة بدقة.

● حرائق الغابات

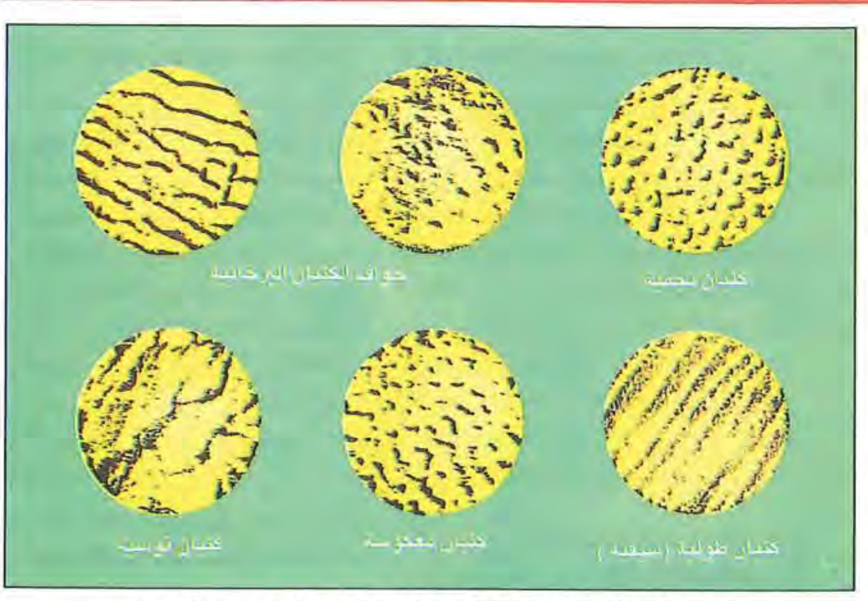
يمكن مراقبة حرائق الغابات والتحذير من خطرهـا وامتـدادهـا وتحـولهـا إلى أراضي قـاحلة متصحـرة ، وهـذا تؤمنـه بسهولـة صور القمر الصنـاعي الفرنسي سبـــوت (SPOT) من خـلال زيـاراتـه المتكـررة لنفس المنطقة من الأرض أثنـاء دورانه حـولها وإمكانيـة التقاطـه صورة لنفس المنطقـة كل خمسة أيـام ، وذلك عن طريق التصوير المائل.

● زحف الأرض القاحلة

بمـا أن التصحـر يـؤدي إلى ازديـاد الـرقعـة الجـرداء القـاحلـة على حسـاب الأراضي الـزراعيـة الخصبـة وأراضي الغابات والمراعي الطبعيـة ، فإن هذا أيضاً من الأمـور الممكن تحـديـدهـا والتعـرف عليهـا بوسـائـل التحسـين اللونـي والتصنيـف واستخـدام المعـادلات أو الأدلـة النباتيـة(Vegetation Indices) ومعـاملات التـربـة مثل مـؤشر إضـاءة التربة (Soil Brightness Index) وغيرها من وسـائل التحليل والمعـالجة الـرقميـة لصـور الأقمـار الصناعيـة ، والتي تقـوم بمسح نفس المنطقـة وعلى فترات زمنيـة متتاليـة (Multitemporal) مما يساعد على إنتاج خـرائط استخدامـات الأراضي على فترات متعاقبة تسمح بتتبع التغيرات التي تطـرأ على أنمـاط استخـدام الأراضي ومـلاحظـة التوسع أو انحسـار المنـاطق الـزراعيـة ومـراقبـة الـزحف العمـراني وانكماش الواحات وتقلـص مساحة المياه السطحية ومسافة انتقـال الرمال وزحفها واتجاهها .

● زحف الرمال

تعد ظاهرة زحف الـرمال من الظواهر الخطيـرة التي تـؤدي إلـى المـزيـد من



● شكل (١) الأشكال المختلفة الكثبان الرملية كما تبدو في صور لاندسات .

التصحـر ، وتلعب تقنيات الإستشعار عن بعد دوراً هـاماً في مـراقبة زحـف الكثبان الرملية وذلك من الأشكال التي تأخذها في الصـور ، فهي غالبـاً مـا تكـون طوليـة أو عرضية . حيث تمتد الطولية منها في نفس اتجاه الرياح وتكـون مميزة بجوانبها التي تنحـدر انحـداراً متمـاثـلاً من الجـانبين ، وتستمر الكثبان في استقـامة أو تتقطع أو تغير إتجاهها . أما الكثبـان العرضية فتمتد بشكل عمـودي على اتجاه الـرياح ويكـون جـانبها المـواجه للـرياح أقل انحـداراً من الجـانب المتعـامـد معها ، أو يكـون لـون الكثبـان الـرمليـة في الصـور الجـويـة والفضائية فاتحـاً عدا جوانب سقوط الظل فتبـدو كشـريط غـامق وشكلهـا سهل التمييـز، ويـوضح الشكل (١) مقـارنـة لأشكال الكثبان الرمليـة المختلفة كما تبدو في الصور الفضائية .

يمكن تقـديـر سرعـة زحف الـرمـال واتجاههـا بدراسة صـور متعاقبـة خلال فترات زمنية متباعدة ، ومن ثم بيان الطرق الكفيلة بتثبيتهـا وتحديد منـاطق التشجير ضمن المناطق المعرضـة لغزوها للحد من أثرها السلبي .

ويمكن استخـدام الألـوان الطبعيـة للصحراء التي تظهر في الصورة الفضائية للتمييز بين التكـوينات المختلفـة ومناطق التعرية النشطة ، ومثال على ذلك فإنه كلما أصبح اللون الأحمر فـي الصورة داكناً دل ذلك على قدَم الرسوبيات .

أماكن مكافحة التصحر

ومن الأمـور الهـامة جـداً أن الـدلائل والمـؤشـرات التي تقدمها تقنيات الإستشعار عن بعد لظـاهرة التصحر تعد الخطـوة الأولى والأسـاس في إيجـاد الـوسـائل الكفيلة بمكـافحتـه والحـد من انتشـاره ومعـالجـة بعض القضـايـا ذات العـلاقة بـه ، وعلى سبيل المثـال تساعـد الصـور الفضائيـة والجـويـة في تحديـد المـواقع المثلى لإنشـاء السدود للحـد من خطر السيول والفيضانات ومياه الأمطار . وتوفـر هذه التقنيات أيضـاً إمكان تحـديد أفضل مواقع لإقامة الخطـوط الدفاعية من الأحزمة الخضراء في وجـه زحف الرمال علـى المناطـق الزراعيـة أو الصالحـة للـزراعة ، وكـذلك المساعـدة في تحديـد مواقـع التشجيـر وإقامـة المحميـات الطبعية للحد من التصحـر وحماية الحياة البرية الفطرية.

أمثلـة مـن المملكـة

تبرز أهمية تطبيق أساليب الإستشعار عن بعد في دراسة التصحر ضمن ظروف المملكة البيئية في النواحي التالية :-

* أن الموقع الجغرافـي للمملكة وطبيعتها البيئية وسمـاءها الصافية القليلـة الغيوم يسمح بـالحصـول على صـور نقيـة

واستخلاص معلومات دقيقة .

* قلة المعلومات عن صحاري المملكة وتوزيع الرمال والمراعي الطبعية فيها يجعلها مجالاً واسعاً للبحث بأسلوب متطور .

* إمكان إجراء أبحاث موسعة ودقيقة وسريعة لمناطق واسعة يغطيها عدد محدود من الصور ، إذ يكفي أخذ عينات من المناطق المتشابهة في خصائص إنعكاسها الطيفي لكي يتم وضعها كمعيار إسنادي ، مما يخفف عناء الكشف والقياس الحقلي لمناطق نائية يصعب الوصول إليها ، كما أن ذلك يقلل عدد العاملين ويخفض التكاليف ويختصر المدة الزمنية اللازمة لتنفيذ الدراسة .

* توفر الأقمار الصناعية صوراً مكررة لنفس المنطقة خلال فترات قصيرة ، وبهذا يمكن متابعة تطور مظاهر التصحر ثم محاولة التأثير على مجراه وتوجيهه إيجابياً .

* يمكن الحصول على صور بمجالات طيفية متعددة وبتراكيب مختلفة في نطاق الأشعة المرئية وتحت الحمراء والحرارية والرادارية ، مما يسهل الحصول على تفاصيل أكثر عن الغطاء النباتي وأنواع التربة وتحديد المسطحات المائية والتغيرات التي تطرأ عليها .

* تكشف الصور الفضائية بوضوح أثر المحميات والأحزمة في الحد من التصحر وزيادة نمو الغطاء النباتي ، وتكشف كذلك تحركات الرمال على مستوى المملكة وبالتالي يمكن تحديد المناطق المعرضة للتصحر .

من هذا المنطلق وغيره أصبحت أبحاث واستخدامات علوم الفضاء وتقنياته أحد المشاريع الرئيسة التي أولتها المملكة اهتماماً كبيراً لما لها من أهمية كبيرة في إيجاد حلول سريعة وجذرية في تنفيذ الخطط الإنمائية ، وتم إدخال تقنيات الإستشعار عن بعد من خلال عدد من المراكز والمشاريع ، فالمركز السعودي للإستشعار عن بعد ضمن **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** ، يعد من أكبر المراكز في المنطقة من حيث إمكاناته الفنية وأجهزته المتطورة ، فهو يضم محطة الإستقبال الأرضية لصور الأقمار الصناعية ومختبرات المعالجة الرقمية ، كذلك انتشر استخدام هذه التقنية في العديد من الوزارات والدوائر الحكومية والجامعات ومنها مركز دراسات الصحراء في **جامعة الملك سعود** الذي قام بإدخال تقنيات الإستشعار عن بعد في أبحاثه لدراسة البيئة الصحراوية .

وبتطبيق مفاهيم هذه التقنية على مناطق المملكة أجريت بعض الدراسات في مركز دراسات الصحراء حول أهمية استخدام صور الأقمار الصناعية ومنها دراسة وضع الأحزمة الخضراء التي أقامتها وزارة الزراعة والمياه من خلال مشروع حجز الرمال بالإحساء لحماية الواحات والمنتزهات الوطنية من زحف الرمال . وكان لهذا المشروع الوطني الهام دور أساس في حماية المنطقة بالرغم من اختفاء بعض أجزاء الأحزمة الشجرية .

ومن المشاريع الأخرى التي يدرسها المركز حالياً أثر وجود العوائق الطبعية كالجبال على حماية المناطق التي تقع خلفها من أثر زحف الرمال والتصحر ، وبالتالي تشكيل مناطق صالحة للزراعة ضمن مناطق تحيط بها الصحراء من كل جانب ، وتجري هذه الدراسة لموقع الحفير قرب حائل .

وهناك العديد من الدراسات المماثلة قامت بها العديد من الجهات المختصة نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر مصلحة حماية البيئة والأرصاد الجوية من خلال استخدامها لتقنيات الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في مشروع الدعم البيئي للبادية ، كذلك مشاريع مركز البحوث في جامعة الملك فهد للبترول والمعادن لدراسة تقويم الإستشعار عن بعد في دراسات الرمال في المملكة ، ونذكر أيضاً المشاريع الرائدة لوزارة الزراعة والمياه وخاصة في إنجاز أطلس التربة والمياه والمناخ للمملكة بالاستعانة بصور الأقمار الصناعية ، وغيرها من الجهات .



● دراسة الأحزمة الخضراء وزحف الرمال بالإحساء .



● أثر الجبال في تشكيل مناطق زراعية في الصحراء ـ بالحفير (منطقة حائل) .

كشف التغيرات في الغطاء الأرضي وإستعمالات الأرض

أ. عبد الله حسن النصر



تعد المعلومات عن التغيرات في الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض ، سواء كانت نتيجة للنشاطات البشرية أم للعوامل الطبعية ، مطلب في غاية الأهمية للكثير من الجهات لأغراض التقييم والتخطيط والتطوير والإدارة ، يوفر الإستشعار عن بعد جزءً كبيراً من هذه المعلومات وذلك بإستخدام تقنيات وطرق معينة للكشف عن تلك التغيرات تسمى طرق كشف التغير (Change-Detection Techniques).

تغطي الكرة الأرضية أربعة أسطح رئيسة هي : الماء ، التربة (أو الصخور) ، النبات والمنشآت البشرية التى من أهمها البيئات الحضرية ، وتعد تلك الأسطح ، بالإضافة للغلاف الجوي ، المكونات الرئيسة للمسرح الكبير - الكرة الأرضية - التى يمارس الانسان عليها وفيها نشاطاته المختلفة .

وتتغير تلك المكونات ـ بقدرة الله ـ بشكل مستمرنتيجة للنشاطات البشرية والعوامل الطبعية المختلفة. وبالرغم من أن العوامل الطبعية التى من أهمها العوامل المناخية والتغيرات الفصلية والعمليات الجيومورفولوجية المختلفة تقوم بدورها في تغيير الغطاء الأرضي ، إلا أن التغير السريع المصحوب بأثار سلبية في أحايين كثيرة ، يتم من خلال تزايد النشاطات البشرية غير المرشّدة. لقد أدت الزيادة الهائلة في أعداد السكان خلال هذا القرن الى ضغوط كبيرة على الموارد الطبعية والبيئة مما أدى إلى إستنزاف الأولى وتلوث الثانية ، ففي المناطق الحضرية على سبيل المثال أدى النمو السكاني المضطرد إلى إزدياد الحاجة الى الأرض السكنية وكان هذا بالطبع على حساب الأراضي الصالحة للزراعة والرعي ، مما أدى الى تدهور البيئات الطبعية المحيطة بالمدن . كما تسببت النشاطات البشرية الكثيفة المتمثلة في النشاطات التعدينية وإنشاء الطرق وردم السواحل وتحوير أنظمة الصرف الطبعي ، في تلوث عناصر البيئة الرئيسة مثل الهواء والماء والتربة ، وفي تغيير الشكل الظاهري للأرض في مناطق متفرقة من العالم، كذلك أدى الرعي والاحتطاب الجائرين ، وقطع الأشجار ، وإستنزاف موارد المياه ، وإنهاك الأرض بالزراعة ، وتغدق التربة الى تصحر الكثير من الأراضي وتدهورها ، حيث تتأثر تلك العوامل بالتغيرات السكانية والمناخية والإقتصادية والاجتماعية ، وبالرغم من أن النمو السكاني في أجزاء كثيرة من العالم ، يكون بنسب لا تتحملها أو تستطيع إستيعابها المصادر البيئية المتوفرة ، إلا أن القضية ليست فقط أعداد السكان ولكن علاقة هؤلاء السكان بالمصادر المتوفرة . لذلك فإن فهم تلك العلاقة والعوامل المؤثرة فيها سيساعد في توفير أفضل الطرق التى يتم من خلالها توازن البيئة مع التنمية ، بحيث لا تكون عملية صيانة الموارد الطبعية والبيئة عائقاً أمام التنمية ولا أن تكون التنمية سبباً في تدمير الموارد الطبعية والبيئة .

وتحتاج الكثير من الجهات الحكومية وغيرها ، سواء كانت تقوم بأعمال تنفيذية أم تنظيمية أم بحثية ، الى المعلومات الدقيقة والتفصيلية عن التغير الذي يحدث في البيئات الطبعية والبشرية المختلفة والذي له علاقة في مجالات عملها وذلك لأغراض التقييم والتخطيط والتطوير والإدارة.

وتعد تقنية الإستشعار عن بعد من أفضل الوسائل التى يمكن من خلالها توفير الكثير من المعلومات عن التغيرات التى تحدث في البيئات الطبعية والبشرية وذلك عن طريق إستخدام طرق كشف التغير ، حيث أنه لم يسبق في تاريخ البشرية أن وجدت وسيلة بهذه القوة يمكن من خلالها تقييم ومراقبة حالة البيئة ومكوناتها .

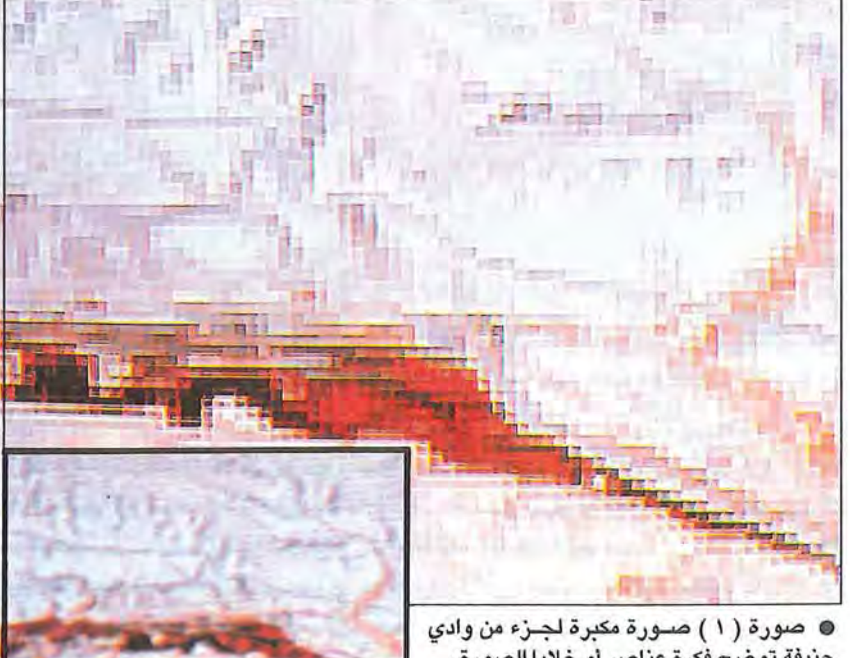
دراسة التغيير

ظهر مصطلح الإستشعار عن بعد في الستينيات الميلادية ليصف تقنية جمع ومعالجة وتحليل المعلومات المأخوذة عن بعد والمتعلقة بالبيئات الطبعية والبشرية في مناطق العالم المختلفة . ويتم بوساطة نظام الإستشعار عن بعد تسجيل أو « تصوير » الاختلافات في كمية الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من الأجسام والظواهر على سطح الأرض بإستعمال أجهزة أو لواقط خاصة تعمل في نطاقات طيفية مختارة تسمى قوة الإيضاح (Resolusion) أو « التبيين » الطيفي (عدد النطاقات الطيفية التى يستعملها النظام اللاقط عند تسجيل الطاقة ، مثلاً ٧ نطاقات طيفية للتابع لاندسات TM) بحيث تسجل الطاقة (التى تعرف أحياناً بالإستجابة الطيفية) بشكل رقمي لكل عنصر (الوحدة أو الخلية المكونة للصورة) من عناصر الصورة الذي يمثل مساحة معينة على سطح الأرض تحددها قوة الإيضاح المكانية للنظام المستعمل (قدرة النظام المستعمل على تمييز الأشياء وتقاس بالوحدة المساحية ، مثلاً ٣٠ متر للتابع لاندسات TM) ، صورة (١) ، وتغطي الصورة الواحدة مساحة كبيرة نسبياً من سطح الأرض (٣٤,٢٢٥ كيلو متراً مربعاً في حالة التابع لاندسات TM) تحتوي على حوالي ٤٢ مليون عنصر . والفترة الزمنية التى تفصل بين زيارتين متتاليتين لنفس المنطقة بوساطة نفس التابع تسمى قوة الإيضاح الزمنية (١٦ يوماً للتابع لاندسات TM) ، وهى في غاية الأهمية للكثير من التطبيقات .

وتكمن أهمية تقنية الإستشعار عن بعد وملاءمتها لدراسة التغير في عدة أمور من أهمها :-

١- النظرة الشمولية

تغطي الصورة الواحدة منطقة كبيرة نسبياً من سطح الأرض مما يمكن من القيام بالدراسات التى تحتاج إلى هذه الميزة ، مثل دراسة التغيرات في التجمعات السكانية الكبيرة ومراقبة المناطق الزراعية ومناطق الغابات والمراعي والمسطحات المائية الشاسعة . كما أن هذه النظرة الشمولية تساعد في رؤية العناصر المتغيرة في الأنظمة المدروسة وإيجاد العلاقات التى تربطها بعضها ببعض .



● صورة (١) صورة مكبرة لجزء من وادي حنيفة توضح فكرة عناصر أو خلايا الصورة .

٢- الرؤية الواسعة في المجال الكهرومغناطيسي

العين البشرية لا ترى إلا في نطاق ضيق جداً من الطيف الكهرومغناطيسي هو الطيف المرئي ، لذلك فإنه يمكن بإستخدام اللواقط الخاصة المحمولة على متن التوابع الصناعية المختلفة - تُرى في مجالات طيفية أصغر وأكبر من الطيف المرئي مثل فوق البنفسجية وتحت الحمراء الإنعكاسي والحراري وموجات الرادار - كشف الكثير من الظواهر الطبعية والتغيرات التى تجرى على سطح الأرض.

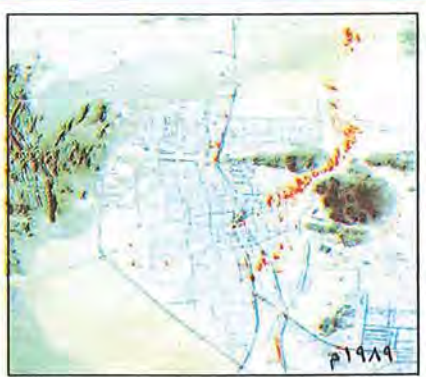
٣- الطبيعة الرقمية للمعلومات

نظراً لأن معلومات الإستشعار عن بعد تسجل بشكل رقمي فهذا سهّل عملية تخزينها ، ومعالجتها ، وتحليلها ، وتحديثها وإشتقاق المعلومات الأخرى منها ، وتعد هذه الميزه من أهم العوامل التى ساعدت على تقدم هذه التقنية من الناحيتين العلمية والتطبيقية . كما أنها سهلت عمليات النمذجة التى تعد من الأساليب البحثية الضرورية في الكثير من الدراسات والأبحاث العلمية المختلفة .

٤- التكاليف المنخفضة للمعلومات

تعد المعلومات المشتقة من الصور المأخوذة بوساطة التوابع الصناعية التى تدور حول الأرض، مثل « لاندسات » و« سبوت » و « نوا » ، أرخص بكثير إذا ما قورنت بالمعلومات التى يتم الحصول عليها بوساطة الصور الجوية بإستعمال الطائرات أو الأعمال والمسوحات الحقلية ، وعلى الرغم من أن دقة المعلومات وكثافتها تزيد كلما إقتربنا من الهدف أو المادة المدروسة إلا أن ذلك يزيد من تكاليفها ، لذلك كانت صور الأقمار الصناعية أكثر ملاءمة لدراسات المناطق الشاسعة والنائية التى تحتاج الى مراقبة مستمرة ، بينما الصور الجوية





● صورة (٢) مقارنة بين مساحة المناطق السكنيه والطرق في مدينة حائل عام ٨٤ و ١٩٨٩م.

والمسوحات الحقلية تناسب دراسات المناطق الصغيرة والمحدودة التى يسهل الوصول اليها ولا تحتاج الى مراقبة مستمرة. كما أن المعلومات التى يتم الحصول عليها بعد معالجة وتحليل صور الأقمار الصناعية تختصر الحاجة للأعمال الحقلية الكثيفة، وهذا بدوره يساعد على توفير الوقت وتقليل التكاليف المادية والحاجة للطاقات البشرية الكبيرة.

٥- إستمرارية فيض المعلومات

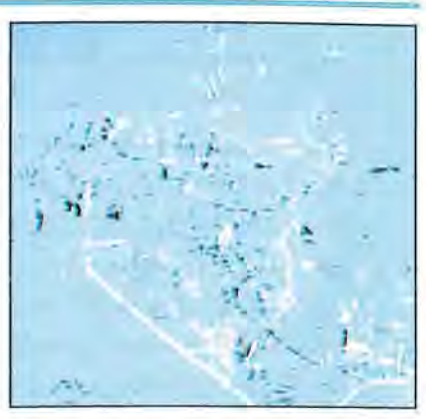
من المتوقع أن تستمر أنظمة الإستشعار عن بعد الحالية في العمل وإرسال المعلومات لسنوات طويلة، وبالرغم من أنه سيطرأ على هذه التقنية تطورات كبيرة وسريعة في وسائل جمع ومعالجة وتحليل وتخزين المعلومات، الا أن مستخدمي هذه التقنية سيتمكنون من إستيعاب التطورات الجديدة وضمان الحصول على المعلومات بإنتظام وتكاليف معقولة مما يجعل أي إستثمار في هذا المجال مجزياً من الناحيتين العلمية والمادية إن شاء الله.

ونظراً لإستمرارية معلومات الإستشعار عن بعد وتكررّها في فترات قصيرة معينة وعدم تغير خواصها أصبحت هذه التقنية من أفضل الوسائل لمراقبة التغيرات التى تحدث على سطح الأرض وجمع المعلومات عنها.

يمكن تعريف طرق «كشف التغير» بأنها عمليات التعرف على الإختلافات في الأشياء والظواهر على سطح الأرض سواء كانت تلك الإختلافات ناتجة عن عوامل طبيعية أم بشرية وذلك عن طريق مراقبة سطح الأرض من وقت الى آخر، والإفتراض الأساس الذي بنيت عليه طرق كشف التغير هو أن هناك تغير في الإستجابة الطيفية لعنصر (أو عناصر) الصورة الذي يمثل ظاهرة أو مادة على سطح الأرض إذا تغير الغطاء الأرضي أو تغير إستعمال الأرض الذي يمثلها ذلك العنصر أو العناصر من حالة الى أخرى بين تاريخين مختلفين، ولا يمكن الحصول على معلومات عن مقدار التغير ونوعه إلاّ بمقارنة صورتين مأخوذتين في تاريخين مختلفين لنفس المنطقة بحيث تكون الصورة الأولى هى المرجع الذي يمكن الإستناد إليه في وصف التغير الحاصل في الصورة الثانية للمنطقة المدروسة، صورة (٢)، وحيث أن الطرق التقليدية للمقارنة عن طريق النظر مثلاً أو استعمال بعض الأجهزة البسيطة تعد بطيئة ومملة وغير دقيقة، لذلك يمكن إستخدام برامج خاصة بوساطة الحاسب الآلي يتم من خلالها مقارنة الإستجابة الطيفية لكل عنصر من عناصر الصورة الأولى مع نفس العنصر الذي يمثل نفس الموقع على الطبيعة من الصورة الثانية. وتوضح الصورة (٣) مقارنة رقمية بين الصورتين في (٢) بعد مطابقتهما على بعض حيث يلاحظ التغير الذى طرأ على مساحة المناطق السكانية والطرق باللون الأحمر، وتختلف أساليب المقارنة ونتائجها بإختلاف الأغراض المستخدمة لها. فعلى سبيل المثال توضح الصورة (٤) احدى طرق المقارنة التى تظهر فيها فقط المناطق التى تغيرت بين التاريخين في الصورة (٢) باللونين الأبيض والأسود بينما تظهر المناطق التى لم تتغير باللون الرمادي.



● صورة (٣) مقارنة رقمية بين الصورتين في (٢) بعد تطبيقهما بعضهما على بعض.



● صورة (٤) طريقه أخرى للمقارنة الرقمية تظهر فقط التغيرات بين التاريخين .

ولا يعد دائماً مـرد التغير أو الإختلاف في الإستجابة الطيفيـة بين الصورتين إلى التغيـرات الفعليـة في الغطـاء الأرضـي أو إستعمالات الأرض ، فهناك بعض العوامل الأخرى التى تؤثر فـي الإستجابة الطيفية لعنصر الصورة مثل : ـ

١ـ حالة الغلاف الجوي

تتأثـر الطاقة الكهـرومغناطيسيـة في رحلتها من مـــصدرهــا ـ الشمـس ـ إلى الهدف المـراد دراسته على سطح الأرض ومن الهـدف الى الجهاز الـلاقط على متن التابع الصناعي بحـــالة الغلاف الجوي ، فالجـسيمات الصغيـرة بمختلف أنواعها في الجو تقوم بإضعـاف أو زيادة الإشارة الطيفية القادمـة الى الجهاز اللاقط ، حيث تتصـــرف تلـك الجسيمـــات في الجــــو كعاكســات صغيرة ، ويحـدث ذلك بسبب عـاملين رئيسين همـا ظـاهـرتي التشتت والإمتصاص.

وتعتمـــد ظـاهـرة التشتت على كل من طول المـوجه الكهرومغنـاطيسية وحجم الجسيمـات في الغلاف الجـوي ، وبشكل عـام فالمـوجـات القصيـرة تكون قـابلـة للتشتت أكثر من الموجـات الطويلة ، فعلى سبيل المثال فإن الأشعـة فوق البنفسجية قـابلـة للتشتت أربع مـرات أكثر مقـارنـة بالأشعة الزرقاء وسـت عشرة مرة مقارنة بالأشعة الحمراء .

أما بالنسبة لظـاهرة الإمتصاص فإنها تحدث عادة بسبب وجود كميات كافية من بخـار المـاء ، ثـانـي أكسيـد الكـربـون ، الأكسجين ، والأوزون في الغلاف الجوي ، حيث تؤدي تلك المـركبات والعنـاصر إلى إمتصـاص الإشـارة الطيفيـة ومنعهـا من الوصول الى الجهاز اللاقط .

وبناءاً على مـا سبق ذكره فإذا إختلفت حالة الغلاف الجوي بين الصورتين المراد المقارنة بينهما إختـلافاً كبيراً أثر ذلك على قيم عناصر الصورة (الإستجابة الطيفية) بالـزيادة أو النقصـان مما يـوهم بـوجود إختـــلاف في طبيعـة الغطـــاء الأرضي أو إستعمـالات الأرض بين الصورتين مـرده في الحقيقـــة الى الإختــــلافـــات في قيم عناصــر الصورة بسبب إختـلاف الأحوال الجـويـة ، لذلك يجـب أن تؤخـذ تأثيـرات الأحـوال الجويـة في الحسبـان ليس فقط عند معـالجة وتحليـل المعطيات الـرقمية للإستشعار عن بعد ولكن أيضاً عند إختيار النطـاقـات الطيفيـة لـلأقط المستعمل في المهام الإستشعارية بحيث لا تتـأثر بحالة الغلاف الجوي .

٢ـ التغيرات الفصلية

تتأثـر الإستجـابـة الطيفية لعنـاصـر الصورة بالتغيرات الفصلية التى من أهمها الإختـــلاف في زاويـة ميـل الشمس وقت مرور التابع الصناعي في المنطقة ، وكذلك التغيرات الإحيـائية الـدورية التـي تحدث للنبات نتيجة للتغيرات الفصلية.

يؤثر الاختـلاف في زاوية ميل الشمس على كميـة وحـدة الضـوء السـاقطـة على الأرض وعـلاقتها بطبيعـة وكميـة الطاقـة المنعكسة ، كما أن زاوية ميل الشمس تؤثر على إتجاه الظل وطوله مما يؤثر على القيم الرقمية أو الإنعكاسات المسجلـة بوساطة النظام اللاقط للمناطق المظللة ، وهذا يؤثر بدوره علـى معالجـة المعلومـات وتحليلها لغــرض إستنتـاج التغيـــر في المنطقـــة المدروسة ، حيث أن التغير فـي هذه الحالة ليـس له علاقـــــة بتغيـــر طبيعة الأرض أو إستعمالاتهـــا وإنمـــا يكـــون بسبب وجود الظل .

أما بالنسبة للتغيرات الأحيائية الدورية في النبات ، مثل النمـو المفاجيء والغـزير للنبـاتـات والأعشاب الحـوليـة في فصل الـربيع بعـد موسـم المطر وخـاصـة في البيئـات الجـافـة وشبه الجـافـة ، فإنهـا ستطغى أو تـؤثـر على التغيـرات الفعليـة طـــويلـة الأجل في إستعمــالات الأرض وتؤثر على دراستهـا ، كما أن المطر نفسه سيـزيـد من المحتـوى المـائي للتـربـة السطحيـة مما يسبب إنخفـاضاً في كميـة الطـاقـة المنعكسة مــنها إلى الجــهــاز الـلاقط ، وفي كلتا الحـالتين (حـالة نمـو الغطـاء النبـاتي الحـولي وحـالـة زيـادة المحتوى المائي للتربـة) تتأثر الاستجابة الطيفيـة في بعض عناصـر الصورة ممـا سيؤثـر على نتائج عمليات المقـارنة بين الصورتين .

وبـالـرغم مـن أن التغيـرات الفصليـة المختلفة قد تعقّد موضوع تحليل وتفسير الخصائص الطيفيـة بسبب تأثيرهـا على عمليـة إستنتـــاج التغيـرات الفعليـــة في استعمـالات الأرض ، إلا أنهـا في أحـايين كثيـرة تكـون هي المفتـــاح للمعلـومـات المطلوبة والمؤشـر الرئيس الذي له دلائل معينـة في بعض الـدراسات الأخـرى مثل دراسـة التغيـرات في التـربـة ومناطـــق الغـابـات والمـــراعي ، كمـا أن التغيـرات الفصلية تُعـد في غايـة الأهمية ليس فقط لفهم الصـورة وخصـائصهـا ولكن أيضـاً لتحـديـد أفضل الأوقـات خـــلال العـام للحصول علـى معلومات معينـة عن بعض الظواهر والأشياء على سطح الأرض .

وعلى الـــرغم من وجـود وســـائل معينـة بـاستخـدام بـــرامج خـاصـة في الحاسب الآلي ، يمكن من خـلالها تصحيح التأثيرات على المعلـومات الـرقمية (على الإستجـابـــة الطيفيـة أوالإنعكـــاســات) بســـبب التغيرات في حالة الغلاف الجوي أو زاويـة ميل الشمس ، إلا أنـــه لاتـوجـد وسـائل لتصحيح تأثيـر التغيرات الفصلية إلا عن طـريق إختيـار الصور التى أخـذت تقريباً في نفس الـوقت والفصل من السنة وذلك للحد من تلك التأثيرات .

٣ـ المطابقة

تعـد مطابقـة الصور الـرقمية بعضهـا على بعض خطــوة فـي منتهى الأهميـــة

لأغــراض المقــارنــة في أكثـر الطــرق المستعملة ، وتتـم عملية المطابقـة حسب خطـوات معينـة يستعمل فيهــا الحــاسب الآلي وأجهزة أخرى خـاصة بحيث ينطبق كل عنصر من عناصر الصورة الأولى على نفس العنصـر في الصورة الثـانية الـذي يمثل نفس الموقع الجغـرافي على الطبيعة عن طريق إستخدام نقط تحكمية معروفة ، وذلك لمقارنة العناصر في الصورة الأولى مع نظرائها في الصورة الثـانية ، وبما أنه من الصعوبة بمكـان أن تنطبق الصورتان الـرقميتـــان بعضهمـا على بعـض تمـام الإنطبـاق بحيث تكـون نسبـة الخطأ في التطابق صـفـرا ، لذلك فهناك حد أدنى من نسبة الخطأ في عملية التطـابق تتأثر عند تجاوزهـا دقة المعلومـات المستنتجة عن التغيـر بين الصورتين ، ويـرجع ذلك أنـه عنـد عدم تطـابق عناصـر الصورة تكـون المــواقع الجغـرافيــة التى تمثلهــا تلك العناصر أيضاً غير متطـابقة لذلك لا تكون المقارنة بين نفس المـواقع الجغرافية مما ينتج عنـه وجـود تغيــرات وهميـة غيـر موجودة على الطبيعة .

٤ـ التصنيف

تعـد عمليــة تصنيف طبيعــة الغطـاء الأرضي وإستعمالات الأرض إحدى طرق مقارنة المعلـومات في الصورة الأولى مع الصورة الثانية ، حيث يتـم من خلالها فرز عنـاصــر الصـورة إلى مجمــوعـات كل مجمـوعـة تمثل غطـاء أو إستعمـال معين لـلأرض ، صـورة (٥) ، ويعتمـد تصنيف الصورة بشكل عـام على قيمة المعلـومات الرقمية (الإستجابـة الطيفية أو الإنعكاس) لكل عنصـر من عنـاصـر الصـورة الـذي يعتمد بدوره على نـوع وطبيعة الأرض في ذلك الموقع الذي يمثلـه ذلك العنصر . فإذا أردنا مثلاً معرفـة التغير الطارئ على أحد إستعمالات الأرض بين تـاريخين معينين وكـان هنـاك خطــأ في تصنيــف ذلــك الإستعمال في أحد الصـورتين أو كلاهما ، أي أن مســاحتـه الفعليـة زادت أو نقصت نتيجــة لســوء التصنيـف فإن نتائـــج المــقـــارنة تكون غيـر صحيحـة أو على الأقل غيـر دقيقـة ، لـذلك إمـا أن نلجأ الى إعادة التصنيـف أو إستخدام طـرق أخرى للمقارنة .

كمـا أن هنـاك بعض الأمـور التى يجب وضعهـا في الحسبان عنـد دراسة التغيـر من أهمهــا مـدى مــلاءمـة كل من قــوة الإيضــاح (أو التبيـــين) الطـــيفـــية والمـكانية والزمنية للنظام اللاقط عن بعد للظـاهـرة المـراد دراستهـا ، فعلى سبيل المثال النظـام اللاقط الـذي يستعمل نطق طيفية في المجال المرئي فقط قد لا يكون قـادراً على رؤية بعض الظـواهر الطبعيـة التى تحتـــاج رؤيتهـــا إلى طيـف تحت الحمـراء. كذلك لن يكـون بإمكـاننا رؤيـة التغيرات التى تحدث على مسـاحة أقل من قـوة الإيضـــاح المكــاني ، كمــا أن قــوة الإيضـاح الـزمني تحـدد نـوع التغيـرات الممكن مراقبتها بوسـاطة النظام اللاقط ، فالظاهرة التي تبـدأ وتنتهي في ساعات أو أيـام قليلة قـد لانتمكن من رؤيتهـا إذا لم يواكب حدوثها مـرور التابع الصناعي من المنطقـــة ، مثل حــــرائق الغـــابـــات أو الفيضـــانـــات ، ولكن على كل حـــال من الممكن رؤية بعض آثـارها بعـد فترة من حدوثها .

تطبيقات كشف التغير

من خلال إستخدام الطـرق والأسـاليب المختلفـة « لكشف التغيـر» ، وفي حـدود الإمكـانات الطيفيـة والمكـانيـة والزمنيـة للنظـام اللاقط عن بعـد المستعمل ، يمكن القيام بتطبيقات مختلفة من أهمها : ـ

١ـ تحليـل ودراســة التغيـر في البيئـات الحضرية .

٢ـ مراقبــة التغيـرات فـــي مساحـــات الأراضي الزراعية .

٣ـ مراقبة نمـو المحاصيل والإجهاد الذى يصيبها نتيجة للأمراض ونقص المياه .

٤ـ دراسات التغيـرات الفصلية في الغطاء النباتي الطبعي .

٥ـ مـراقبة النشـاطات المتعلقـة بالـرعي والإحتطاب وقطع الأشجار .

٦ـ مراقبـة النشاطات التشجيريـة الكبيرة ومنـاطق الغابـات والمتنـزهـات الوطنيـة والمسيجات والمحميات الطبعية.

٧ـ مـراقبة التغيرات الجيومورفولـوجية السريعة .



● صورة (٥) تصنيف الغطاء الأرضي وإستعمالات الأرض لمدينة حائل عام ١٩٨٩ م .

٨ـ مراقبة زحف الرمال .

٩ـ مراقبة مساحات المسطحات المائية وحالاتها.

١٠ـ مراقبة ودراسات الكوارث الطبعية والصناعية مثل الفيضانات والحرائق وتقدير الخسائر الناجمة عنها .

١١ـ مراقبة وتحليل الخصائص الحرارية لبعض الظواهر الطبعية والصناعية في أوقات مختلفة.

١٢ـ مراقبة النشاطات العسكرية .

بالرغم من بعض الصعوبات والقيود في إستخدام تقنية الإستشعار عن بعد لكشف التغير الذى تم التطرق لأهمها بشكل مختصر ، إلا أنه بوساطتها نستطيع توفير الكثير من المعلومات عن التغيرات في البيئات الطبعية والبشرية عن طريق مراقبتها من آن إلى آخر . ولدراسة وفهم تلك التغيرات نحتاج إلى معلومات أخرى غير التى توفرها أنظمة الإستشعار عن بعد مثل المعلومات الناتجة عن المسوحات والأعمال الحقلية والدراسات الإحصائية المختلفة .

وحيث أن أحدث الخرائط والمعلومات قد لا تواكب التطورات والتغيرات السريعة وخاصة في مجال إستعمالات الأرض لذلك فالحاجة الى تلك الخرائط والمعلومات مستمرة ، ولكثافة المعلومات المطلوبة وتعدد مصادرها وأنماطها فقد دعت الحاجة الى إيجاد نظام يقوم بإدارتها وتقديمها في أسرع وقت وبالشكل المطلوب الى الجهات المستفيدة ، لذلك كانت أهمية أنظمة المعلومات الجغرافية التى تتيح تخزين وتحليل ودمج المعلومات المختلفة وتحديثها وإشتقاق المعلومات الأخرى منها .

وستوفر كل من تقنيتي الإستشعار عن بعد وأنظمة المعلومات الجغرافية أفضل الوسائل للحصول على المعلومات عن التغيرات في البيئة الطبعية والبشرية التى ستساعدنا ـ بحول الله ـ على إستغلالها والمحافظة عليها وتطويرها .

السوبرنوفا وأحجار الألماس

أمكن فصل كميات كبيرة من ذرات الألماس من النيازك التي تسقط على الأرض لأول مرة عام ١٩٨٧م بوساطة العالم إدوارد اندرز (Edward Anders) من جامعة شيكاغو .

ومنذ ذلك الحين أصبح وجود الألماس في النيازك من الحقائق المعلومة لدى علماء الفلك رغم عدم معرفتهم كيفية تكوينها . ويذكر العالم **أندرز** أن الألماس الموجود مع النيازك على شكل حبيبات صغيرة تتكون الواحدة منها من بضعة آلاف من الذرات، وهي عبارة عن خليط غير مألوف من النظائر الموجودة في النيازك . وقد وجد أن النظائر الثقيلة للغازات النادرة مثل الزينون والكريبتون توجد في مثل هذا النوع من الألماس بكميات أكبر مما هو موجود في المجموعة الشمسية ، بجانب ذلك فإن تلك الأجسام تحتوي أيضا على النظائر الخفيفة لنفس الغازات النادرة .

وقد أشار العالم **رونالد كليتون** (Ronald Clayton) من جامعة كارولينا الجنوبية إلى أن وجود النظائر الثقيلة بشكل غير مألوف في النيازك يرجع إلى كمية كبيرة من النيوترونات بعد انفجار السوبرنوفا واتحادها مع الغازات الخاملة . ولكن من الملاحظ أن **كليتون** لم يفسر سبب وجود النظائر الخفيفة من تلك الغازات النادرة بجانب نظائرها الثقيلة .

وفي محاولة لتفسير تلك الظاهرة أجرى **كليتون** عدداً من الحسابات مع نخبة من العلماء بكاليفورنيا وأعلن عن النتائج التي توصل إليها أثناء اجتماع جمعية الفلكيين الأمريكيين بأتلانتا في يناير ١٩٩٢م . وقد أشارت مجموعة **كليتون** إلى أن خليط النظائر المذكور نتج أثناء انهيار نجم ضخم لتكوين نجم نيوتروني ، وحدث هذا عند انفجار من الطراز الثاني (Type 11) مثل انفجار السوبرنوفا (1978A) في سحابة ماجلان الكبيرة .

عندما يبرد الغاز المنبعث من السوبرنوفا فإنه يبدأ في تكوين غبار يحجز بداخله الغازات النادرة مثل الزينون بنظائره الثقيلة والخفيفة . وقد حدث هذا خلال ٦٠٠ يوم بعد انفجار سوبرنوفا (1978A) ، وفي ذلك إشارة إلى وجود الغازات النادرة بشكلها المشاهد في النيازك ، ولذلك فإن جزء من الكربون في بقايا السوبرنوفا سيكوِّن الجرافيت بينما يكوِّن جزء آخر غبار من الماس . فإن كان ما أشار إليه **كليتون** حقيقة فإن النجوم عندما تتلاشى تسقط على هيئة ذرات من الألماس . ويقدر **كليتون** أن السوبرنوفا (1987A) نتج عن افجارها حوالي $١٠^{٤٨}$ ذرة صغيرة من الألماس يبلغ حجم الواحدة منها $١٠^{-٣}$ من كتلة الغبار الشمسي . ويعني ذلك أن الأعداد الكبيرة من السوبرنوفا أثناء انفجارها قد دفعت بذرات هائلة العدد من المجرة .

المرجع : New Scientist, 8th, Feb. 1992, p. 22.

الإستشعار عن بعد في التطبيقات العسكرية

إعداد : م / عبد الله الشهراني



أدى التطور والتقدم الهائل الذي حدث في العقدين الماضيين في مجال علوم وتقنية الفضاء إلى زيادة الوسائل الفضائية وبالذات الأقمار الصناعية الخاصة بتصوير سطح الأرض من الفضاء (الإستشعار عن بعد) .

وقد صاحب التقدم التقني والعلمي في مجال علوم وتقنية الفضاء تقدم مماثل في مجالي الحاسبات الآلية ونظم التسليح الحديثة ، مما أدى إلى إمكان عرض وتحليل وتفسير وتصنيف بلايين البيانات والمعلومات الفضائية بسرعة فائقة مما سهل للمخطط والمحلل العسكري والمدني مهام اتخاذ القرارات الصعبة ، ومكن الطيار والملاح من تخطيط المهام الجوية (Mission Planing) ومشاهدة طبيعة الأرض كما تبدو من غرفة القيادة وكذلك مشاهدة الأهداف وأنسب طرق الإقتراب منها ، كما مكن من تحليل طبيعة الأرض ومعرفة صلاحيتها لعبور القوات والمعدات العسكرية المختلفة ، هذا بالإضافة إلى العديد من الإستخدامات والتطبيقات العسكرية الأخرى.

سيتناول هذا المقال الدور الهام الذي تقوم به منتجات الإستشعار عن بعد في مجال الإستخدامات والتطبيقات العسكرية .

الصور الفضائية

يتم تصوير سطح الأرض من الفضاء باستخدام الإشعاعات الكهرومغناطيسية عند شرائح معينة من طيف هذه الإشعاعات وبقوى تفريق مختلفة ، وتختلف كمية ونوعية المعالم (الطبعية والصناعية) التي تظهرها الصور الفضائية حسب اختلاف قوة التفريق .

من أهم الأقمار الصناعية ـ في الوقت الحاضر ـ التي توفر الصور الفضائية المستخدمة في تحليل وتفسير وإبراز المعلومات الحيوية في المجال العسكري والمدني ما يلي :ـ

* **الأقمار الصناعية الأمريكية لاندسات:** وتحمل لاقط ثيماتيكي (Thematic Mapper - TM) تبلغ قوة التفريق(درجة الوضوح) فيه ٣٠ مترا .

* **الأقمار الصناعية الفرنسية سبوت:** وتنقسم الصور فيها إلى قسمين ، صور ملونة وتبلغ قوة التفريق فيها ٢٠ مترا ، وصور غير ملونة بالأبيض والأسود (Panchromatic) وتبلغ قوة التفريق فيها ١٠ أمتار.

* **الأقمار الصناعية الروسية DD-5) :** وقد ظهرت مؤخرا وهى توفر صوراً بالأبيض والأسود وتبلغ قوة التفريق فيها حوالي مترين ، وهي قوة تفريق عالية .

ومن الجدير بالذكر أن الأقمار الصناعية الروسية هذه كانت من ضمن أقمار التجسس العسكرية ، وبعد تفكك المعسكر الشيوعي ونهاية الحرب الباردة تحولت في عام ١٩٩٢م إلى أقمار صناعية تجارية ذات طابع مدني .

وطبقاً لمقالة كتبت بمجلة مراقبة الأرض (Earth Observation Magazine) عدد نوفمبر ١٩٩٢م فإن صور الأقمار الصناعية الروسية الأخيرة تفوق في جودتها كل الصور التي باعتها روسيا منذ عام ١٩٨٧م ، والتي كانت آنذاك تتمتع بقوة تفريق تفوق بكثير كل ما يتوفر تجاريا في الغرب ، ففي الصور الجديدة يمكن تحديد أهداف أو معالم تقل قليلاً في أبعادها عن مترين ، أو ما يزيد قليلا عن ستة أقدام ، حسب تقرير المجلة .

وحسب التقرير المذكور أعلاه فقد

أُطلقت الأقمار الصناعية الروسية ، والتي أنتجت بوساطة نظام (DD-5) الروسي ، باستخدام مركبات فضائية روسية مثل كوزموس ١٥٤٦ ، وتلتقط الصور باستخدام مجس خطي (Linear Sensor) يحتوي على ٦٠٠٠ عنصر ، ثم تعالج بوساطة معالج ثماني الثنائيات (8 Bit Processor) قبل بثها إلى الأرض على دفعات مدة كل منها ثمان ثوان . ويبلغ البعد البؤري للنظام (Focal Plane) حوالي ٥ أمتار ، كما يبلغ طول المصفوفة (CCD) في المستوى البؤري (Focal Length) حوالي ٨ سنتيمترات .

وتحتوي هذه الصور على ٢٥٥ مستوى من تدرج اللون الرمادي (Gray Levels) كما يظهر فيها كل من الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء .

ومما يجدر ذكره أن هناك العديد من الأساليب المستخدمة في تحليل الصورالفضائية التي سبق الحديث عنها في العدد الخامس والعشرين من **مجلة العلوم والتقنية** وهي كما يلي :-

- القياس (Measurement).
- التصنيف (Classification) .
- التقدير (Estimation) .

إلا أنه من المفضل الإشارة إلى إجراءات تصحيح الصور الفضائية وهي :-

- **التصحيحات الإشعاعية (Radiometric Correction)** : أي تصحيح الصور الفضائية من حيث المؤثرات الجوية والإشعاعية .
- **التصحيحات الهندسية (Geometric Correction)** : أي تصحيح الصور من حيث مطابقتها لطبيعة الأرض التي تمثلها (إعادة وضع كل معلومة على الصورة إلى مكانها الصحيح على الأرض) حسب مقياس رسم معين.

وتعد الإجراءات ذات أهمية بالغة في تحقيق نتائج صحيحة ودقيقة . ولكنها تخرج عن نطاق هذا الموضوع .

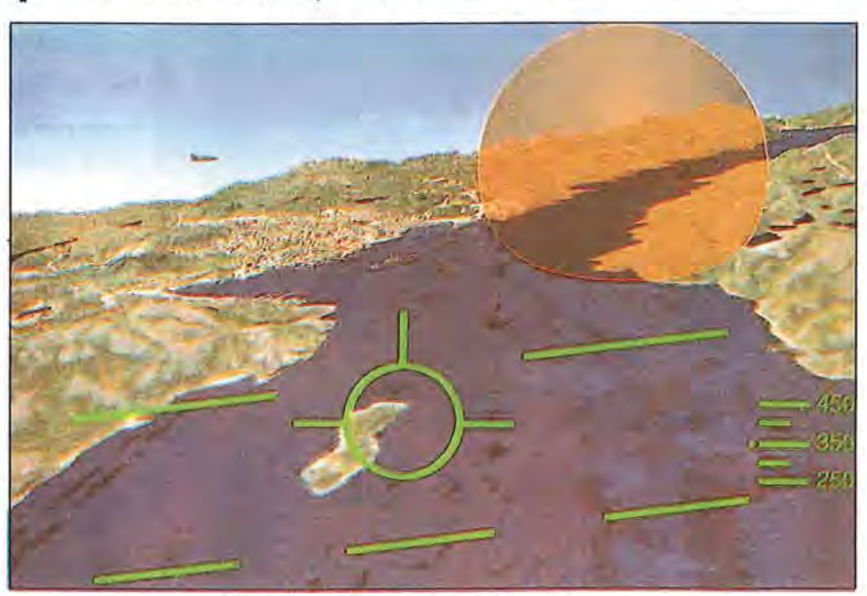
مثال للتطبيقات العسكرية

كان للصور والمعلومات الفضائية دور كبير في التحضير والتنفيذ لعمليتي درع وعاصفة الصحراء ، ويتمثل ذلك في عرض وتقديم المعلومات الحيوية الهامة لصانعي ومنفذي القرار العسكري للمساعدة في اتخاذ القرارات الصحيحة ، فعلى سبيل المثال ، تمكن الملاحون الجويون من مشاهدة المناطق والأهداف والمعالم الطبعية والصناعية التي سيحلقون فوقها والتعرف عليها قبل بدء العمليات العسكرية ، وقد ذكر أحد الطيارين أنه عندما اندفع صوب الهدف باتجاه ٥٨° درجة أحس كأنه قد شاهد تلك الأماكن من قبل ، والسبب في ذلك أن الطيارين وضباط الطلعات الجوية يشاهدون ويراجعون مهامهم على شاشات الحاسبات الآلية التي تعرض نماذج مصورة (ثلاثية الأبعاد) تم إنتاجها من صور الأقمار الصناعية ، وتمثل هذه الصور عروضا واقعية عن مسار طلعاتهم ، وتظهر أهدافهم كما سوف تظهر من غرفة القيادة في الطائرة المقاتلة ، مما يعطيهم فرصة للتعرف على مسار خط الطيران ، بالإضافة إلى تحديد مواقع رادارات العدو ، وبطاريات الصواريخ أرض جو ، ومواقع الأسلحة المضادة للطائرات .

ورغم تركيز وسائل الإعلام على طرق القصف وكيفية استخدام القنابل الموجهة بالليزر والقنابل دقيقة التوجيه ، ودقة إصابة الأهداف وخفض الخسائر البشرية وما إلى ذلك ، إلا أن القليلُ من المعلقين والصحفيين أبرز دور الصور الفضائية في تلك العمليات .

ومن الجدير بالذكر أن المعدات المستخدمة في تحليل وعرض وتخطيط المهمات الجوية ليست معدات خاصة ، بل معدات تجارية يمكن استخدامها في العديد من الأغراض والتطبيقات ، وهي عبارة عن محطات رسم وعرض مدعومة بحاسبات آلية ، كما أنها تستخدم صور أقمار صناعية متوفرة تجاريا . أما البرامج المستخدمة فهي في العادة تكون خاصة ولأغراض محددة .

ومن المميزات الهامة في الصور الفضائية أنها ثلاثية الأبعاد ، لذا فهي تبرز بوضوح معلومات الإرتفاع (Elevation) مثل بيانات التضاريس الرقمية (Digital Terrain Elevation Data–DTED) والتي تنتج أساسا إما من الخرائط الرقمية



● صورة مأخوذة بالأقمار الصناعية الروسية (DD-5).

المتوفرة وإما من صور الأقمار الصناعية وإما من أي مصادر أخرى، بعد ذلك تغطى بيانات الإرتفاعات بصور الأقمار الصناعية الرقمية، وتستخدم عمليات حسابية معقدة لتدوير وتحريك المنظر حسب حركة الطائرة خلال الطيران. ثم تضاف المعلومات الإستخبارية والمعلومات الأخرى مثل معلومات تحليل المعلومات الرقمية (Digital Feature Analysis Data - DFAD) والتي تُظْهِر بوضوح تام المعالم الطبعية مثل الغَابات والأنهار والأودية، والمعالم الصناعية مثل المنشآت والطرق والكباري، كما يمكن عرض المواقع الهامة والخطرة مثل مواقع الصواريخ أرض جو، ومواقع الأسلحة المضادة للطائرات، ومواقع الرادارات، وكذلك نطاق الخطر (Threat Envelope) لهذه الأسلحة والرادارات.

يستخدم الطيار والملاح وقاذف القنابل ـ قبل الطيران وأثناء التدريبات ـ المعلومات المذكورة سابقا في محاكاة توجيه الطائرة خلال المنظر المعروض، وبذلك يمكنهم مقارنة جميع المسارات الممكنة لتفادي الأسلحة والرادارات والإستفادة من التضاريس في عمليات الإختفاء، واختيار أفضل مسار يُمَكنهم من إتمام عملية القصف بدقة، ومراجعة المسار الذي يجب عليهم اتخاذه في حالة إصابة طائرتهم للوصول إلى مناطق بعيدة عن العدو للنجاة بأنفسهم.

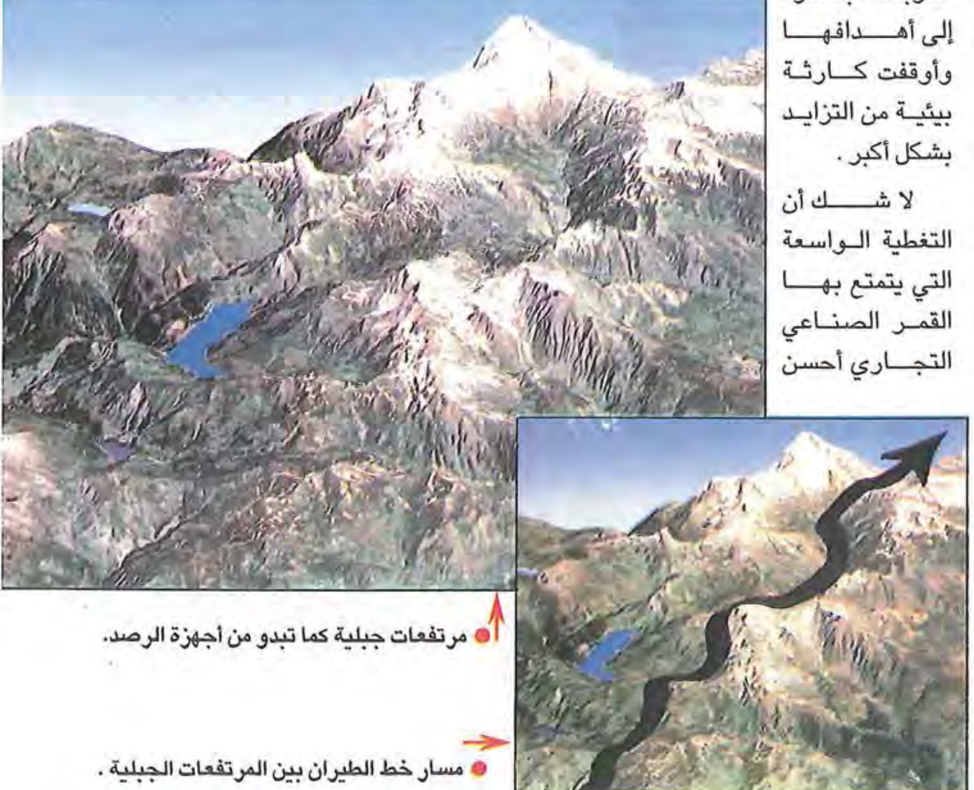
وقد ساعدت المعلومات الفضائية على رفع معدل نجاح عمليات عاصفة الصحراء، فقد توقع المخططون قبل الحرب أن احتمالات النجاح في تدمير هدف ما باستخدام القنابل دقيقة التوجيه لا تتجاوز ٣٠٪ فقط. وباستخدام هذه المعلومات فقد وصلت نسبة النجاح إلى ٧٠٪ خلال الحرب.

ومن المزايا الأخرى لهذا النظام إمكان تعديل المنظر ليعكس الأحوال الجوية والوقت الحقيقي للطيران، حيث يمكن تعديل المنظر ليبدو كما لو كانت الطائرة تطير ليلاً أو نهاراً، أو وقت الغروب أو حتى وسط الضباب. ونتيجة لذلك فإن الطيار لا يرى المنظر بشكله الحقيقي، وإنما يراه كما سوف يراه خلال المهمة العسكرية، ولهذا فإن التدريب الواقعي والجيد يخلق الإبداع في التنفيذ ويزيد من مهارة وثقة الطيار والملاح وغيرهم.

وجدير بالذكر أن الصور والمعلومات الفضائية لا توفر الفرصة للطيار والملاح فحسب، بل إنها تساعد المخطط والمحلل العسكري في تحديد مدى الخطورة بالنسبة لعملية القصف وما هي البدائل، حيث يمكن مراجعة الهدف ودفاعاته لغرض الوصول إلى نقطة ضعيفة يمكن للطائرات من خلالها قصف الهدف. فمثلا خلال حرب عاصفة الصحراء وبالذات في يوم ٢٧ يناير ١٩٩١م إستخدمت ثلاث طائرات من طراز «إف ١١١» صورا من الأقمار الصناعية لقصف محطة ضخ البترول من البئر الكويتية التي فجرها الجيش العراقي في مياه الخليج. ومع أن المحطة كانت تتمتع بدفاعات عراقية مكثفة إلا أن الطائرات الثلاث تمكنت من تسديد ضربات مباشرة إلى أهدافها وأوقفت كارثة بيئية من التزايد بشكل أكبر.

لا شك أن التغطية الواسعة التي يتمتع بها القمر الصناعي التجاري أحسن بكثير من التغطية الصغيرة التي توفرها الأقمار العسكرية، فمثلا الصورة الواحدة للقمر الصناعي الفرنسي «سبوت» تغطي منطقة تبلغ ٦٠ × ٦٠ كم، بينما لايتجاوز مدى التغطية للأقمار الصناعية العسكرية بضعة كيلومترات. وحيث أن المخطط والمحلل وكذلك الطيار كانوا يراجعون ويخططون لمناطق واسعة وذات عمق استراتيجي كبير، فإن الصور الفضائية التي تغطي مساحات كبيرة كانت أهم من الصور الصغيرة البالغة الوضوح التي توفرها منتجات وزارة الدفاع، وقد لعبت صور القمر الصناعي الفرنسي «سبوت» دورا هاما في نجاح الهجمات الجوية.

يتضح مما سبق الدور البارز الذي قامت وتقوم به الصور الفضائية في مجال تخطيط وإنجاح المهام الجوية، ولكن يجب أن لا ننسى أن الصور الفضائية تقوم بأدوار هامة أخرى وذلك في العديد من الإستخدامات والتطبيقات العسكرية الأخرى من جوية وبرية وبحرية.



مرتفعات جبلية كما تبدو من أجهزة الرصد.

مسار خط الطيران بين المرتفعات الجبلية.

الإستشعار عن بعد والكشف عن المعادن

د . عبد القادر محمد السري

يواجه الجيولوجيون (علماء الأرض) العاملون في مجال استكشاف المعادن صعوبة كبيرة في تحديد موقع الخام في المناطق الجديدة للدراسة خصوصا إذا لم تتوفر هناك دراسات مسبقة أو مناجم قديمة تدل على تمعدن المنطقة ، ونظرا لتركز الخامات المعدنية تحت سطح الأرض ، وعدم قدرة الإنسان على رؤية ما تحت السطح ، فإن الجيولوجيين يعتمدون على دلائل سطحية تشير إلى احتمال وجود الخام .

ومن أهم هذه المؤشرات تواجد نطاق من المعادن المتحللة (Alteration Zone) على السطح وتوفر انتشارا كبيرا نسبيا لأكاسيد الحديد مما يعطي انطباعا مؤكدا لتوفر الخام . وكذلك التراكيب الجيولوجية المعينة التي تعطي مؤشرات على حدوث نشاط معين تحت السطح مثل الصدوع والفوالق والصخور المطوية ، وقد أثبتت الدراسات المعملية والحقلية أن الطيف الكهرومغناطيسي يعطي خصائص المادة المنعكس عنها ، وبتسجيل انعكاسات الطيف عن سطح الكرة الأرضية يمكن بسهولة تحديد أنواع المعادن والصخور . وعلى هذا يمكن تحديد أهمية الإستشعار عن بعد في الكشف عن المعادن في أنه يساهم في إعداد الخرائط الجيولوجية وتحديثها و تحديد أماكن نطاقات المعادن المتحللة وأكاسيد الحديد .

الخرائط الجيولوجية

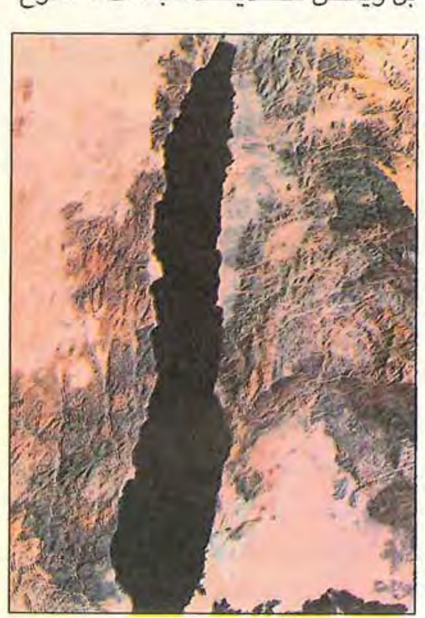
تعد الخريطة الجيولوجية (Geologic Map) أداة رئيسة لا يمكن الإستغناء عنها ، وتعرّف الخريطة الجيولوجية على أنها خريطة لمنطقة معينة توضح التكوينات الجيولوجية وما تحويها من صخور وظواهر طبعية مثل الصدوع والفوالق والشقوق وعلاقتها بالتكوينات الجيولوجية المختلفة والتراكيب الجيولوجية التي تكونت بها. يتم إعداد الخريطة باستخدام الصور الجوية غير الملونة والتي تتطلب دراسات حقلية لتحديد أنواع الصخور وإيضاح العلاقة بين هذه الأنواع المختلفة . وتكون الخريطة النهائية نتاج للعديد من الزيارات الحقلية مما يؤدي إلى صرف الكثير من الجهد والمال .

باستخدام معلومات الراسم الثماتيكي (Thematic Mapper-TM) ذي السبعة نطاقات والذي يوضع في القمر الصناعي لاندسات ـ٤ ، ٥ فإننا نستطيع إبراز جميع الصخور المختلفة وتلوينها بألوان معينة . ويمكن استغلال الصورة الناتجة مباشرة إذا ما تم عمل التصحيحات الهندسية للحصول على صورة مصححة هندسياً باستخدام نقاط تحكم أرضية ، وتعمل هذه التصحيحات على إبراز الصورة وإلغاء جميع التشويهات بها . وتقوم الصورة مقام الخريطة ، وتسمى الصورة الناتجة صورة مصححة (Geocoded Image) ومن أمثلة معالجة الصور تظهر الصورة (١) لمنطقة شرق خليج العقبة ألتقطت بوساطة القمر الصناعي لاندسات ، والصورة (٢) لنفس المنطقة بعد معالجتها ـ باستخدام النطاقات ٢، ٤، ٧ ـــ لإبراز الصخور المختلفة في المنطقة وعلاقة كل منها بالأخرى .

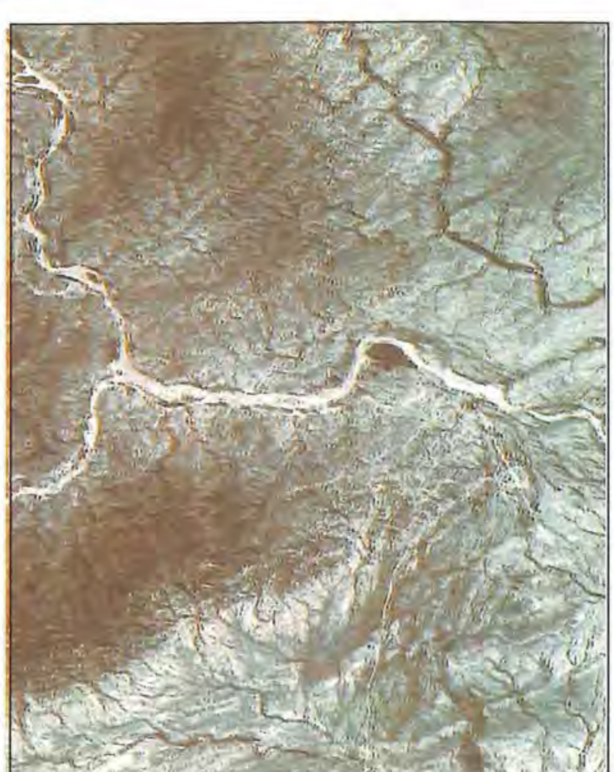
وتظهر الخرائط الجيولوجية معلومات عن التراكيب الجيولوجية المختلفة مثل الشقوق والصدوع والفوالق والطيات ، ويمكن إيجاد العلاقة بين هذه التراكيب وتواجد الخامات المعدنية باستخدام الصور النسبية (Ratio Image) والناتجة من قسمة القيم الرقمية لوحدات تكوين الصورة من نطاق معين على نفس قيم وحدات تكوين الصورة من نطاق آخر ، ويساعد ذلك في إبراز بعض هذه التراكيب بل ويمكن تحديد اتجاهات الصدوع



● صورة (١) منطقة شرق خليج العقبة قبل المعالجة.



● صورة (٢) منطقة شرق خليج العقبة بعد المعالجة.



● صورة (٣) صورة نسبية لمنطقة في غرب الدرع العربي .

والفوالق المطلوبة التي تأخذ اتجاه معين يمكن تحديده ، وتوضح الصورة (٣) التراكيب الجيولوجية ونظم الصرف الصحي لمنطقة في غرب الدرع العربي ناتجة عن قسمة القيمة الرقمية للنطاق ٢ على النطاق٣ من صور القمر لاندسات .

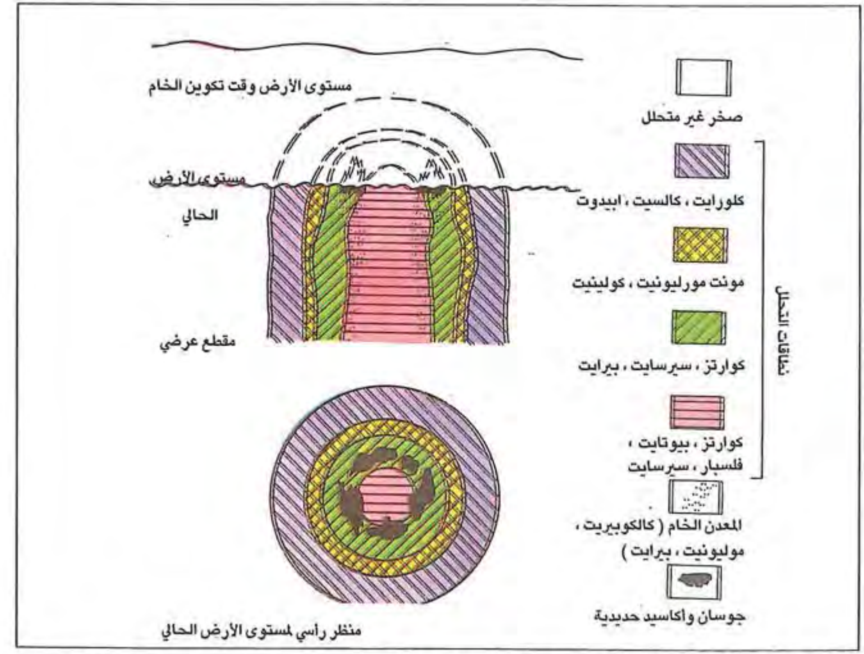
نطاقات المعادن المتحللة

تتكون كثير من الخامات المعدنية من ترسبات محاليل حرارية (Hydrothermal Solutions) صادرة من جوف الأرض وتكون محملة بالعديد من خامات المعادن بسبب انتشارها خلال الشقوق والصدوع والمناطق الضعيفة في باطن الأرض ، ونظرا لأن هذه المحاليل ذات حرارة عالية فإن هذه الحرارة تؤثر على صخور المناطق التي تخترقها والمجاورة لها فتحولها إلى صخور متحولة ومعادن متحللة تغلب عليها معادن الصلصال (Clay Minerals) ، وتزيد نسبة التحول والتحلل كلما تعرض الخام المترسب لحرارة جوف الأرض فترة طويلة ، كما تختلف نوعية التحول للمعادن والصخور حسب مكوناتها الكيميائية ومقدار درجة الحرارة التي تتعرض لها ، ففي المرحلة الأولى لتحول الخام تتكون المعادن الحديدية وأكاسيدها يليها المعادن الغنية بالفلسبار (Felspar) والبيوتيت (Biotite) والبيريت (Pyrite) ، ثم معادن الصلصال مثل الكاولينيت(Kaoilinite) والمونت موريلونيت (Montmorillonite) ، يليها معادن الكالسيت (Calcite) والابيدوت (Epidote) والكلورايت (Chlorite) ، بعدها يقل تأثير الحرارة تدريجيا حتى ينتهي . ويوضح الشكل (١) قطاع تخيلي في سطح الأرض يبين التحول في الصخور وأنواعه نتيجة اندفاع المحاليل الحارة .

وتستغل ظاهرة المعادن المتحللة من قبل الباحثين بطرق الإستشعار عن بعد في تحديد الأماكن التي قد تحتوي على خامات معدنية لا تتواجد على سطح الأرض وذلك بالبحث عن معادن الصلصال وأكاسيد الحديد والتي تتواجد في نطاق المعادن المتحللة المجاورة للخام . ويجب أن يؤخذ في الحسبان أن القشرة الأرضية تتعرض للكثير من الضغوط والصدوع والفوالق والطيات مما ينتج عنه تغير في تراكيب الصخور وتسلسلها الطبعي ، وهذا من شأنه أن يجعل مهمة الكشف عن المعادن أكثر صعوبة .

أطياف المعادن المتحللة

قام عدد من العلماء والباحثين بدراسة العلاقة بين الطيف الكهرومغناطيسي والمعادن المختلفة ، وقد تم التوصل إلى أن كل معدن من المعادن يقوم بعكس جزء من الأشعة الكهرومغناطيسية ويمتص جزء منها وذلك عند طول موجة محددة من الطيف الكهرومغناطيسي . وعلى هذا



● شكل (١) قطاع نموذجي في سطح الأرض لمناطق تحلل محاليل حارة مشبعة بمعادن النحاس وتظهر النطاقات التي تكونت بتأثير حرارة المحاليل .

فإنه يمكننا التفريق بين المعادن اعتمادا على هذه الظاهرة ، فإذا رسمنا العلاقة بين الطيف الكهرومغناطيسي ومقدار الإنعكاس لعدد من المعادن يتضح لنا أن كل معدن يعطي شكلا بيانيا مميزا عند جزء معين من الطيف الكهرومغناطيسي ، ويوضح شكل (٢) العلاقة بين الإنعكاس الطيفي والطول الموجي لبعض المعادن حيث يلاحظ أن نسبة الإنعكاس لأغلب المعادن تكون أقل درجة عند المدى الموجي (٢,٣٥ - ٢,٨٠ ميكرون) ، وهذا يعني أن أغلب المعادن تمتص عند هذا المدى من الطيف الكهرومغناطيسي .

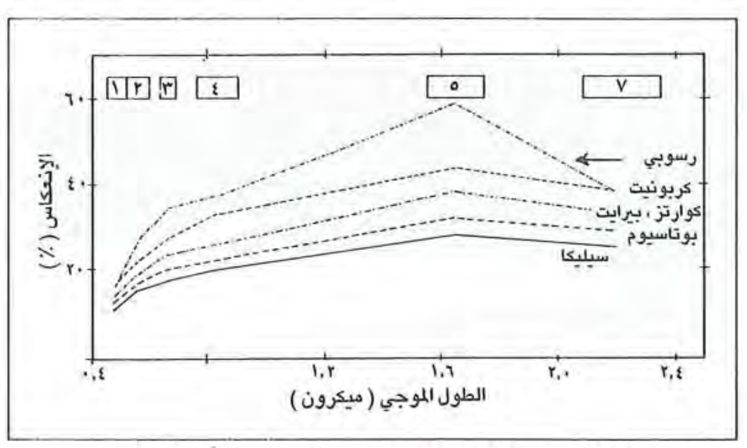
وقد استغلت هذه الحقيقة العلمية عند اختيار النطاقات السبع لـلاقط ثيماتيكي في القمر الصناعي لاندسات - ٤ ، ٥ حيث أضيف النطاق السابع (٢,٣٥ - ٢,٨ ميكرون) مؤخرا ليسهل كشف العديد من المعادن التي تمتص في هذا النطاق مثل الكاولينيت والكلورايت والسيراسيت والكاربونات ، مما ساعد في تحديد الكثير من المناطق المتمعدنة .

باستخدام هذا النطاق في الضوء، يمكن تحديد تواجد معادن الصلصال والتي تدل مباشرة على وجود الخام الذي تكونت منه ، ومن أهم المعادن التي يتم البحث عنها أكاسيد الحديد التي تتداخل مع معادن الصلصال والسيراسيت والبيريت ، ويوضح شكل (٣) صعوبة التفريق بين المعادن التي تتواجد في هذا المدى ، وعلى هذا فقد أُقترح العديد من اللاقطات التي تسجل ارتدادات الطيف الكهرومغناطيسي في نطاقات صغيرة حتى يمكن تحديد نوع المعدن أو الصخر مباشرة من قياس ارتداد الطيف الكهرومغناطيسي عنه . وقد تم تصميم القمر الياباني جيرس -١ (Jers-1) بحيث يحوي اللاقط فيه أربعة نطاقات صغيرة ضمن النطاق الطيفي (٢,٣٥ - ٢,٨ ميكرون) ، وليستفاد من ذلك في الدراسات التفصيلية حيث يمكن استخدام لاقطات محمولة على طائرات تسجل معلومات عند مجال طيفي صغير جدا لتحديد نوعية المعادن مباشرة وبدون تداخل مع المعادن الأخرى .

طرق المعالجة في البحث عن المعادن

ذكر سابقا أن غالبية المعادن لاتتواجد بشكل واضح على السطح ولهذا فإن الباحث يقوم بتجربة العديد من طرق المعالجة للبحث عن المعادن المتحللة التي

● شكل (٢) العلاقة بين طول الموجة وشدة الإنعكاس لصخور متحللة وغير متحللة ومعادن .



● شكل (٣) سلوك المعادن الرئيسة في جبل صائد بالمملكة .

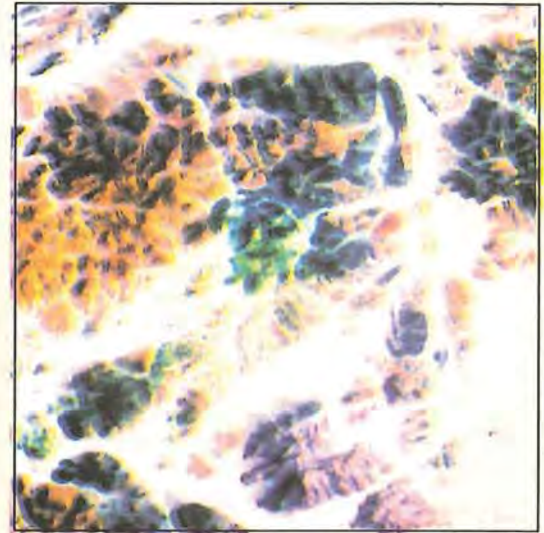
تدل على توفر الخام بطريقة غير مباشرة ، وهذا يعتمد على طرق المعالجة والتحليل ، وتعد جميع طرق المعالجة والتحليل الرقمي للصور الفضائية ـ من تحسين وإبراز بعض الظواهر وتحديد الخصائص الطبعية ـ مكملة لبعضها البعض في مجال تفسير أو إيجاد ظاهرة معينة أو تحديد الخصائص للمعدن أو الصخر . وكل ما يقوم به الباحث هو إبراز هذه المعادن المتحللة وتمييزها عن المناطق المجاورة باستخدام نطاقات مختلفة وتقنيات متعددة . ومن أشهر الطرق المطبقة استخدام النطاقات ٢ ، ٥ ، ٧ في المرشحات الأزرق والأخضر والأحمر على التوالي ، والنطاقات ٢ ، ٤ ، ٧ ، إضافة إلى استخدام طرق المعالجة غير المتوافقة باستخدام نفس النطاقات (Decorelation Stretch) وكذلك استخدام الصور النسبية بين بعض النطاقات (Ratio Images) والتي تتم عادة بقسمة قيمة البيكسل لنطاق معين على قيمة البيكسل لنطاق آخر . ويمكن تكوين ثلاثة صور نسبية وإنتاج صور ملونة لمناطق تم تحديد المعادن فيها .

مثال من المملكة

يعد الدرع العربي أحد الأماكن القليلة المناسبة لتطبيق تقنية الإستشعار عن بعد في اكتشاف مصادر الثروات الطبعية ، وذلك لتوفر المناخ المناسب وقلة السحب في المنطقة ولتوفر الكثير من المناطق المتمعدنة بمختلف الخامات .

وقد أثبتت الدراسات والتجارب التي تمت على منطقة جبل صائد ومنطقة مهد الذهب نجاحا كبيرا في تحديد أماكن تواجد المعادن الطينية وأكاسيد الحديد ، وقد تم عمل خريطة لهذه المنطقة أمكن بوساطتها تحديد علاقة تلك المعادن بالخام بدقة كبيرة ، بل وأظهرت الصور مناطق جديدة تحتوي على المعادن المتحللة ونستعرض هنا بعض النتائج لمنطقة جبل صائد .

يقع جبل صائد ، صورة (٤) ، في جنوب شرق المدينة المنورة على مسافة ١٥٠ كم ، ويعد أحد المكامن الرئيسة لمعدن النحاس في المملكة ، كما يتميز



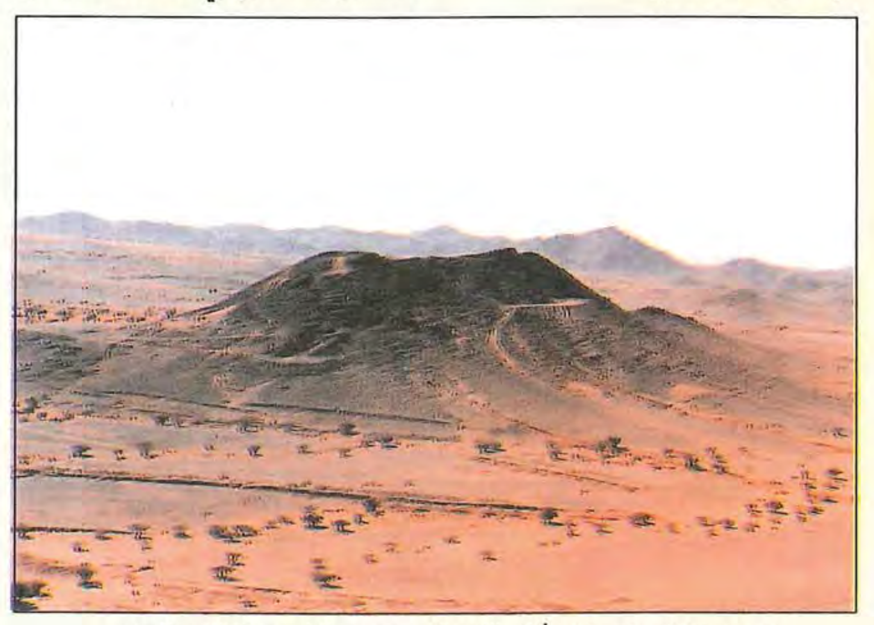
● صورة (٥) صورة محسنة لجبل صائد توضح حدود المناطق المتمعدنة.

بوجود الجوسان (Gossan) الذي يعرف على أنه ناتج تجوية (weathering) لأكاسيد حديد مغطاة برواسب معدنية كبريتيدية ، ومن أهم الأكاسيد الموجودة فيه الهيماتيت (Hematite) والليمونيت (Limonite) والقوثيت (Goethite) .

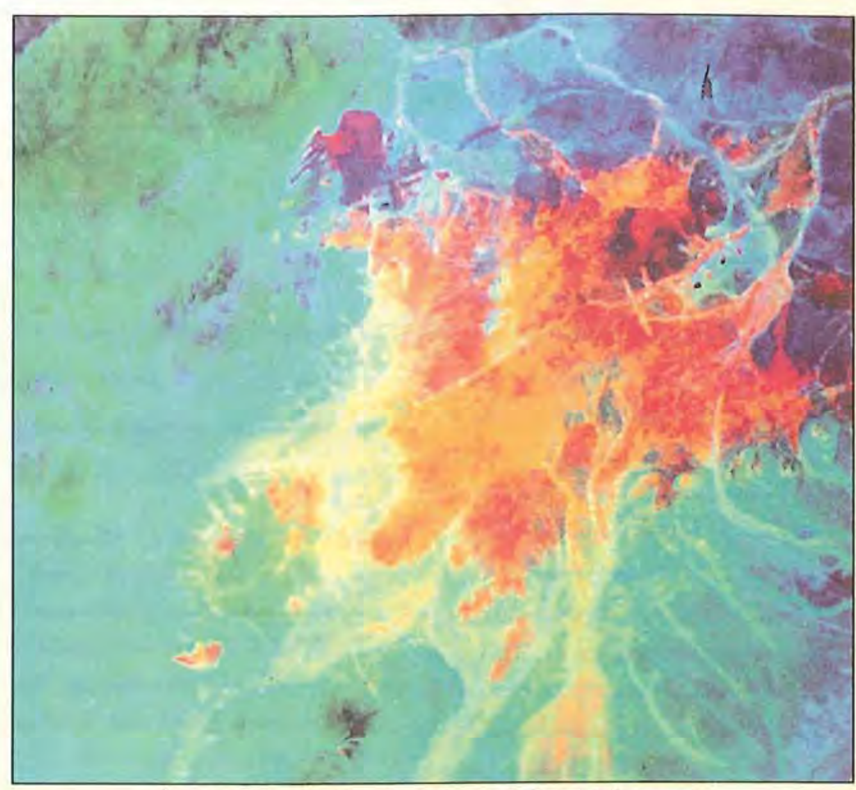
وبجانب هذا الجبل توجد منطقة مجاورة تتكون غالبيتها من أكاسيد حديدية إضافة إلى الكثير من معادن الصلصال . وقد تعرضت المنطقة بصفة عامة للعديد من الحركات الأرضية مما نتج عنه عدد من الفوالق والصدوع ، والتي من أهمها الفالق الشرقي ، شكل (٤) ، وتعد هذه المنطقة نموذج لنطاق المعادن المتحللة المرافق للخامات ودليل على وجودها تحت سطح الأرض .

وقد أوضحت القيم الرقمية التي استخلصت من صورة القمر الصناعي لاندسات للمناطق الرئيسية في جبل صائد تواجد المعادن التي تمتص عند طول الموجة ٢ ، ٣ ميكرون من الطيف الكهرومغناطيسي ، شكل (٣) .

ويوضح الشكل العلاقة بين الأنواع المختلفة من مكونات السطح وانعكاس الطيف لكل منها ، وعند ما تم عمل صورة للمنطقة باستخدام النطاقات ٢ ، ٥ ، ٧ على المرشحات الأزرق والأخضر والأحمر



● صورة (٤) جبل صائد ويُظهر اللون الأسود وجود أكاسيد مختلفة من الحديد .



● صورة (٦) المناطق المتمعدنة لجبل صائد تظهر أكثر وضوحاً باستخدام الصور النسبية لثلاث نطاقات.

حولها . فاللون الأخضر يدل على اكاسيد الحديد واللون الأحمر يعني معادن الصلصال واللون الأصفر يعني خليط من اكاسيد الحديد ومعادن الصلصال ، ولا تظهر المناطق الأخرى اي دلالة على تواجد معادن ، شكل (٤) .

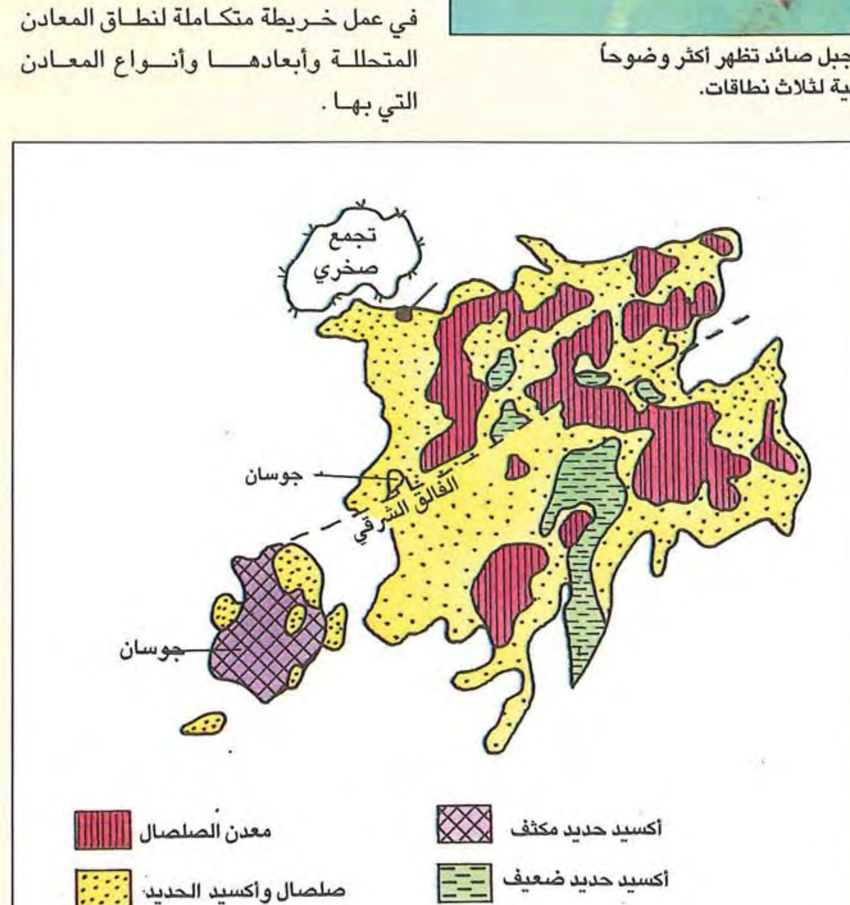
وقد أثبتت نتائج التحليل الكيميائي التي أجريت على عدد من العينات من المنطقة لمعرفة مكوناتها ونوعها وكذلك نتائج المسح الجيوفيزيائي ، والذي يقوم على تحديد أماكن تواجد الرواسب المعدنية بقياس المجال المغناطيسي، توفرخام النحاس في أربع تجمعات مختلفة ، وبمقارنة هذه النتائج مع نتائج تطبيق تقنية الإستشعار عن بعد نجد أنها متوافقة تماما ، بل إن استخدام تقنية الإستشعار عن بعد كان له دور هام في عمل خريطة متكاملة لنطاق المعادن المتحللة وأبعادها وأنواع المعادن التي بها .

على التوالي من القمر لاندسات ، وأخرى باستخدام نفس النطاقات ولكن بعمل تحسين للمقارنة غير المتوافقة ، أوضحت الصورة المنطقة المحتوية على الصخور المتحللة باللون الأخضر وأكاسيد الحديد باللون الأصفر ، وتحددت تماماً حدود المنطقة المتمعدنة التي يمكن إكمال الدراسات عليها وفصلها عن المنطقة غير المتمعدنة ، صورة (٥) .

ولتوضيح العلاقة بين محتويات المناطق المتحللة ولعمل خريطة لها تم إنتاج صورة محسنة باستخدام الصور النسبية تم عمل ثلاث صور نسبية بقسمة نطاق على آخر على النحو التالي :-

* نطاق ٣/٢ على المرشح الأخضر .
* نطاق ٥/٤ على المرشح الأزرق .
* نطاق ٥/٧ على المرشح الأحمر.

وتوضح الصورة (٦) إمكان استخدام هذه التقنية في عمل خريطة تحدد المكونات لكل المنطقة المتمعدنة وما



● شكل (٤) خريطة جبل صائد توضح التقسيمات الأساس بعد تحليل الصورة (٦) .

الأرصاد الجوية

د. عبد الحكيم بدران

على الرغم من أن الجو يبدو لنا شيئا واضحا ويمكن التعامل معه بسهولة، فإنه في الواقع يبدو أكثر تعقيدا، حيث تتداخل عوامل فيزيائية لها تأثيرات معقدة وصعبة التفسير تؤدي إلى تغيرات كبيرة في طبيعة الأجواء المتباينة، كما أنها تحدد طبيعة المناخ في المناطق المختلفة.

منذ أن مارس الإنسان الزراعة وهو يحاول مراقبة الجو. وقد لجأ حديثا إلى إنشاء محطات المراقبة في البر والبحر لجمع أكبر قدر من المعلومات تمكنه من توقع التغيرات الجوية، ومع التقدم العلمي والتقني وزيادة حاجة الإنسان لمعرفة التغيرات الجوية التي تجعله قادرا على التعامل مع أي تغير مفاجيء قد يضر به وبممتلكاته، استغل إمكانات الأقمار الصناعية بعد أن طورها وزودها بأجهزة المراقبة.

أقمار الأرصاد الجوية

ربما تكون مركبة الفضاء المستكشف (Explorer VI) التي أطلقت في عام ١٩٥٩م أول الأقمار التي استخدمت في مراقبة الجو، فقد استطاعت أن ترسل صورا للسحب أمكن مشاهدتها على شاشة تلفازية، غير أن نظام المراقبة التلفازي بالأشعة تحت الحمراء (Television Inferared Observation System - TIROS) يعد حقيقة أكثر تطورًا في مراقبة أجواء الأرض، وهو يعمل كما يدل عليه الإسم باستخدام الأشعة تحت الحمراء.

وفي عام ١٩٦٦م طورت إدارة خدمة البيئة (Environmental Science Service Administration-ESSA) بأمريكا أقمارا لهذا الغرض. وكانت هذه الأقمار تبث صورا تلفازية إلى محطات الإستقبال الأرضية، وتوضح هذه الصور سطح الأرض وأنماط السحب إضافة إلى معلومات عن الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من الأسطح المختلفة. ولكن هذه الأقمار كانت تبعد عن الأرض بمئات الأميال، مما جعل قوة تفريق الصورة متدنية (في حدود ٣ ـ٥ أميال). ويعطي قياس الأشعة تحت الحمراء المعلومات التي يمكن الإستفادة منها في أغراض مختلفة، ولكن أهمها تحديد أنواع السحب التي تساعد بدورها على معرفة خواص الجو. كما أن مراقبة السحب توفر معلومات جوية عن التوقعات المختلفة في التغيرات الجوية، وعلى الرغم من أن هذه الأقمار لم تعمل بالكفاءة المطلوبة في مراقبة الأجواء لتدني قوة التفريق، إلا أنها أفادت في دراسات كثيرة غير جوية مثل السمات العامة للبيئة.

وفي تطور آخر للأقمار الصناعية أمكن الإستفادة من برنامج مجموعة (Nimbus) في الدراسات الجوية، حيث أطلق (Nimbus IV) في عام ١٩٧٠م، حاملا كاميرات أكثر تطوراً مزودة بمجموعات متنوعة من أجهزة الإستشعار التي تعمل بالأشعة تحت الحمراء، لقياس درجة الحرارة والرطوبة (The Temperature Humidity Inferared Radiometer-THIR) وتعطي هذه الأجهزة المعلومات عن درجات الحرارة لأعلى السحب وسطح الأرض وعن محتوى طبقات الجو العليا من بخار الماء.

وتطورت أجهزة المراقبة التي تحملها الأقمار الصناعية خاصة جهاز الإرسال والإستقبال وتسجيل وتحديد الموقع (Interrogation Recording and Location System - IRLS)، فهو يستقبل المعلومات التي جمعتها أجهزة الإستشعار الآلية المركبة على الأرض، وفي الهواء (مناطيد)، ثم يعيد إرسالها إلى المحطات الأرضية.

وفي تطور آخر حلت أداة الإستشعار الجوية (Global Horizontal Soundidng Thechnique - GHST) محل المحطة البحرية في وسط المحيط، وهي عبارة عن منطاد يحمل أجهزة القياس إلى مستويات مختلفة تحددها كمية الهيليوم التي تحقن في خزانته.

ويمكن لهذه المناطيد أن تسبح في الهواء لعدة أشهر، مرسلة المعلومات عن الجو وعن موقعها، ومقارنة بين المواقع المتتابعة، كما تعطي معلومات عن سرعة الرياح العالية واتجاهها.

ظهرت بعد ذلك أقمار أخرى مثل أقمار تطبيق التقنية (Application Technology Satellites - ATS) التابعة لوكالة الفضاء الأمريكية (ناسا). ومن هذه الأقمار خصص القمر (ATS III) لمراقبة الجو، وهو يعمل على ارتفاعات شاهقة (حوالي ٣٥ ألف كم) فوق سطح البحر. و يدور من مكانه فوق خط الإستواء بسرعة دوران الأرض وفي الإتجاه نفسه، مما يجعل موقعه ثابتا بالنسبة للأرض. وقد كان ارتفاعه كافيا لإعطاء صورا لأنماط السحب الرئيسة توضح خواص الجو مثل موقع التيارات النفاثة وقوة الأعاصير الحلزونية والرعديّة.

وهناك أقمار ظهرت حديثا مثل أقمار عمليات البيئة ذات المدار الثابت (Geostationary Operational Environmental Satellites - GOES) تتميز بقدرتها على الإنذار المبكر لحدوث الأعاصير القمعية (Tornados) بالإضافة إلى قدراتها الإستشعارية الأخرى.

وأخيرا ظهرت مجموعة الأقمار التابعة لإدارة الجو والمحيطات الوطنية (National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA) بالولايات المتحدة استفادت من تجارب مجموعة أقمار (Nimbus) التابعة لوكالة الفضاء الأمريكية، وهي أكثر تعقيدا من أقمار إدارة خدمة علوم البيئة (ESSA) وتحتوي أجهزة استشعارها على نظام الأشعة تحت الحمراء لقياس

حرارة الأرض إضافة إلى جهاز مسح يعمل ليلا ونهارا، وكاميرات تلفازية مطورة لمراقبة العواصف الشمسية .

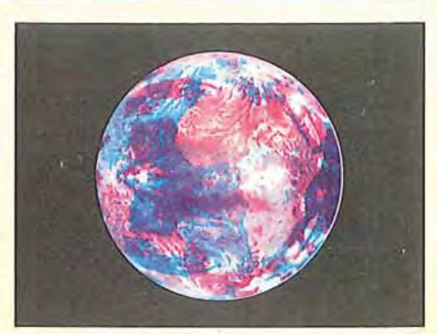
تفسير صور الأقمار

تُستغل صور الأقمار الصناعية في معرفة أحوال الجو التي تتضمن وجود السحب وتوزيعها وكثافتها وأنظمة جبهات الرياح، ودرجة الرطوبة، ودرجات الحرارة، ومناطق الضغط المختلفة وسقوط الأمطار ...الخ . وسوف تبين لنا الصور التي سنشرحها فيما يأتي كيفية الوصول إلى المعلومات الجوية، ويساعد الجمع بين هذه المعلومات وتلك التي نحصل عليها بالأجهزة العادية على توقع حالة الجو في الثمانية والأربعين ساعة القادمة . وبالطبع سوف تكون المعلومات التي نحصل عليها من صور الأقمار الصناعية أكثر تفصيلا من تلك التي نحصل عليها من الخرائط المناخية العادية.

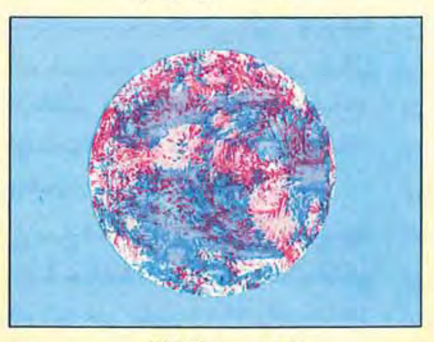
توضح الصورة (١) تدفق السحب المتوازية مع اتجاه الرياح الشمالية، إلا أن الصورة لا توضح النمط الحلزوني المعروف للسحب، ومع ذلك فإنها توضح أن منطقة الأطلسي شمال اسكتلندا تغطى بمنطقة ضغط منخفض تؤثر فيه عوامل متداخلة معقدة . أما منطقة اسكتلندا فتعلوها موجات السحب المتوازية التي تسير من الشرق إلى الغرب تقريبا، وتقل الرياح في هذه المناطق بسبب تحكم



● صورة (١).



● صورة (٢).



● صورة (٣).

الساحل الشمالي لاسكتلندا، والجبال المرتفعة، أما المنطقة الفاصلة بين تراكم السحب والسماء الصافية عند جنوب خليج بسكاي فهي عبارة عن جبهة رئيسة للرياح .

توضح الصورة (٢) لقطة سريعة لأنظمة الجو للوقت نفسه من العام، ويغطي القمر الصناعي المناخي (Meteosat) نصف الكرة الأرضية، وتتضح في الصورة سلسلة من أنظمة جبهات الرياح الرئيسة في شمال الأطلسي، وسماء صافية فوق معظم الأراضي الصحراوية، وعاصفتان دوارتان قرب جنوب أفريقيا، وأيضا سحب ممطرة كثيفة فوق الغابات الإستوائية الممطرة في وسط أفريقيا وأمريكا اللاتينية .

● سرعة الرياح

تقاس سرعة الرياح واتجاهاتها عن طريق تتبع مسارات السحب المنحرفة أو حركات بخار الماء التي يمكن رصدها على مدى فترة طويلة من ا لزمن، ويتم ذلك على أسس منتظمة بوساطة المحطات الجوية، والصورة (٣) عبارة عن خريطة لجزء من نصف الكرة الأرضية، صورته أقمار (Meteosat)، وتشير الأسهم الرئيسة إلى سرعة الريح (عدد الريش) واتجاهها . وتوضح الألوان ارتفاع الرياح كما تدل عليه قياسات حرارة السحب : الأحمر للرياح في الجزء العلوي من التربوسفير (حتى ١٥كم) والأزرق للمستويات المتوسطة، والأخضر للرياح المنخفضة .

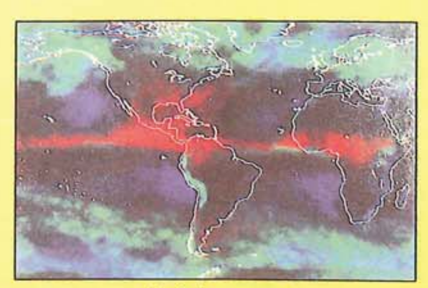
وفي الصورة (٤) يمكن الإستدلال على سرعة الرياح من خلال ألوان الصورة، فالسرعة المنخفضة تظهر باللون الأخضر والأصفر، أما السرعة العالية فتظهر باللون القرمزي والأحمر، كما يشير اللون الأبيض إلى اتجاه سريان الرياح الذي يمتد إلى المناطق الزرقاء وهي المناطق التي تنقص فيها المعلومات .

تشير الأسهم في الصورة السابقة (٤) أيضا إلى أنظمة الضغط، فالدوران ضد عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي يشير إلى أنظمة الضغط المنخفض، بينما الدوران مع عقارب الساعة يشير إلى أنظمة الضغط المرتفع، وينعكس اتجاه الدوران في نصف الكرة الجنوبي، ويمكن رؤية إعصاري تيفون (Typhoon) بالقرب من اليابان، كما يمكن رؤية نظامين للأعاصير الحلزونية (Cyclon) في جنوب المحيط الهادي، وتوجد منطقة الضغط العالي فوق نيوزيلندا، ويمكن ملاحظة العلاقة بين مناطق الضغط العالي وسرعة الرياح المنخفضة، وأيضا العلاقة بين الضغط المنخفض والعواصف، وبمقارنة الصور التي ترسلها أجهزة الرصد على مدى فترة معينة يمكن معرفة تغير أنماط الرياح وشكل العواصف .

وتساعد المعلومات من هذا النوع في فهم أفضل الطرق التي يتغير بها دوران الهواء في طبقات الجو السفلي، وذلك بعرض صورة تكتمل ملامحها على مدى فترة طويلة من المراقبة لاتحققها المعلومات



● صورة (٤).



● صـــورة (٥) .

التقليدية ، وفي الواقع يمكن لمقياس الرادار الذي يدور حول الأرض إعادة توجيه السفن حتى تتجنب العواصف المتوقعة ، كما أنه يرسل بإنذاره إلى الأرض التي يتجه إليها الإعصار .

● قياس ارتفاع السحب

تتحكم السحب في كميات الطاقة التي يحتفظ بها الجو ، حيث تعكس السحب المنخفضة الطاقة الشمسية ، وتساعد في تبريد الجو ، بينما السحب العالية تساعد في حبس الحرارة المنطلقة من الأرض وتسهم في عملية التسخين ، وتوضح الصورة (٥) مستوى ارتفاع السحب بالألوان المختلفة الأحمر والأخضر والأزرق للمستويات العالية أكثر من (٨ كم) ، والمتوسطة (٤ ـ ٨ كم) ، والمنخفضة (أقل من ٤ كم) على الترتيب .

ويدل بريق هذه الألوان الثلاثة على كثافة غطاء السحب ، وتمثل الصورة المتوسطة على مدى فترة شهر (يوليو ١٩٧٩م) ، كما أعطتها قوة التفريق الكبيرة لوحدة الأشعة تحت الحمراء والمايكروويف في قمر الأرصاد الجوية (NOAA 6) ، الذي يدور حول القطب ، وبذلك تمت لأول مرة رؤية أنماط حركة السحب العالية ، وترتبط السحب العالية فقط بالمناطق الحارة القريبة من منطقة التحول الدولية (International Converging Zone - ITCZ).

وتمثل هذه المنطقة شريطا أحمرا للسحب العالية يتجه إلى الشمال في بعض أجزائه ، ومن المثير حقا أنه في يناير تمتد مسارات السحب العالية من خط منطقة التحول الدولية إلى كل من الشمال والجنوب .

● حرارة الأرض والمحيط

أعطت الأجهزة المركبة على القمر الصناعي (NOAA-6) أول صورة لحرارة سطح الأرض في جميع أرجاء الكرة الأرضية على أساس المتوسطات الشهرية . ومن الأهمية بمكان معرفة درجة حرارة المحيطات باستمرار ، فهي التي تتحكم في مناخ المناطق البحرية وبالتالي فإن معرفة أنماطها بالتفصيل يمكن أن تؤدي إلى توقعات أكثر تقدما وواقعية ، يمكننا من خلالها معرفة تغير درجة حرارة الماء ، وتدفق الحرارة من منطقة لأخرى .

وتوضح الصورة (٦) بيانا أكثر تفصيلا عن درجة حرارة سطح البحر بالقرب من كاليفورنيا من يناير ١٩٨٢م إلى يناير ١٩٨٣م أرسلتها أجهزة الإستشعار الحرارية المركبة على القمر (AVHRR - NOAA-7) ويعني اللون الأزرق منطقة باردة ، والأحمر منطقة أدفأ ، بينما المناطق البيضاء عبارة عن سحب ، وفي العادة يتدفق تيار بارد تجاه الجنوب (١) ، وتدفع الرياح الشمالية المياه بعيدا عن الساحل ليحل محلها المياه الباردة من الطبقات السفلى عند لوس انجلوس (٣)



● صـــورة (٦ ـ أ) .



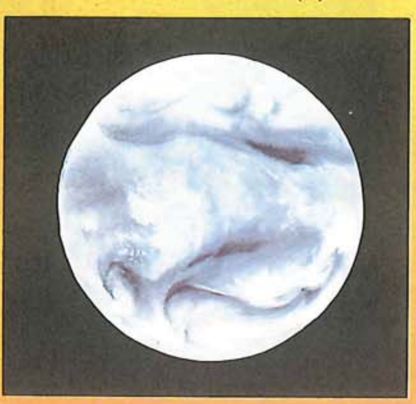
● صـــورة (٦ ـ ب) .

وسان دييجو (٤) .

وقد ساعدت الأقمار الصناعية في معرفة وقت حدوث ظاهرة النينو(ElNino) ، وهي ظاهرة ترتفع فيها درجة الحرارة العادية للمياه تحت السطحية ، وفي عام ٨٢ ـ ١٩٨٣م أدى النينو إلى رياح غير عادية على شاطيء البيرو أدت إلى ارتفاع درجة الحرارة بدرجتين أعلى من المعتاد فوق المياه الباردة ، وبذلك اختفت الأسماك على شاطيء البيرو التي يعد محصولها السمكي من أكبر المحاصيل في العالم ، واختفت الطيور التي كانت تتغذى على الأسماك ، واختفى معها الروث الذي تستخدمه البيرو في تسميد الأرض وبيع الكميات الكبيرة منه .

● التركيب الكيميائي للجو

لا يهتم علماء الجو بالعوامل الفيزيائية التي تؤثر فيه فقط ولكن أيضا بتركيبه الكيميائي ، وتعد درجة الرطوبة أهم عامل كيميائي بالنسبة للجو ، وهي بالطبع تعكس توزيع السحب ، و تدل أيضا على درجة حرارة الجو . وتوضح الصورة (٧) تأثير محتوى الرطوبة في الجو فوق نصف الكرة الشمالي . وفيها تظهر المناطق فوق الغابات الممطرة بإفريقيا وجنوب أمريكا واضحة لعدم وجود سحب وقت التقاط الصورة. وتمثل الإلتواءات في الصورة التغيرات في كمية الرطوبة التي تحتوي عليها كتل الهواء المختلفة، حيث تعد تلك الإلتواءات الأساس الذي يمكن بوساطته تقدير سرعة الرياح واتجاهاتها كما هو موضح في الصورة (٣) .



● صـــورة (٧) .

قياس التلوث في الجو

أصبح اليوم قياس التلوث في طبقات الجو المختلفة ضرورة قصوى لمواجهة المشكلات البيئية التي قد تنجم عنه، ويجب أن تقاس الغازات النزرة في الجو عند مستوى الجزء في البليون ، وربما عند مستويات أقل من ذلك ، حتى تكون الصورة معبرة عن أدق التفاصيل .

وعلاوة على ذلك فإنه من الأهمية بمكان قياس مدى تغير درجة تركيزها في طبقات الجو المختلفة، ولقد أمكن قياس تركيز حامض النتريك باستخدام مطياف الأشعة تحت الحمراء (LIMS) الذي تحمله مركبة الفضاء (Nimbus -7) عند مستويات الجو المختلفة ، ويجب أن نعلم أن حامض النيتريك لا يوجد في الجو نابعا عن مصادر التلوث بالأرض ، ولكنه يتولد نتيجة تفاعل كيموضوئي بين النيتروجين والأكسجين عند مستويات مرتفعة ، وتدل درجة التركيز العالية عند القطب الشمالي على وجود كميات كبيرة من الجسيمات المشحونة ، بسبب وجود الأشعة فوق البنفسجية التي تسبب تكوين أكاسيد النيتريك هناك .

ثقب الأوزون

لا نستطيع أن نختتم هذا المقال قبل أن نناقش مشكلة الأوزون التي تثير الكثير من الجدل ، فلقد وضح تماما للباحثين وجود ثقب الأوزون فوق القطب الجنوبي ، وذلك يشير إلى إنكماش طبقة الأوزون التي تعمل كدرع واق يحمي الكائنات الحية من الأشعة فوق البنفسجية ، وتلعب أجهزة المراقبة دورها في هذه الحالة أيضا ، ويقيس مطياف رسم خريطة الأوزون الكلي في الجو الذي تحمله (Nimbus -7) كمية الأوزون ، وتؤكد النتائج على وجود نقص في مستوى الأوزون في طبقة الاستراتوسفير ، حيث كان هذا المستوى ثابتا قبل عام ١٩٦٩م ، ليصل إلى أقل مستوى له في السنوات ١٩٨٠ ـ ١٩٨٦م ، والسبب في ذلك مازال غير معروف بالتأكيد ، ولكن البعض يرجح بأن مركبات النيتروجين ، وربما أيضا مركبات الكلوروفلوروكربون هي المسؤولة عن أحداث هذا النقص .

عالم في سطور

الزهراوي

● **الإسم : أبو القاسم بن عباس الزهراوي**

اللقب : الزهراوي ، القرطبي (نسبة إلى قرطبة) ، ابو الجراحة ، الأنصاري (نسبة إلى أن أصله من المدينة المنورة) ، أستاذ الجراحة .

● **تاريخ الميلاد** : ٩٣٦ م ـ ٣٢٤ هـ .

● **تاريخ الوفاة** : ١٠١٣ م ـ ٤٠٤ هـ.

● **مكان الميلاد** : الزهراء (إحدى ضواحي قرطبة بالأندلس) .

● **إنجازاته العلمية**

* تطويره علم الجراحة باستحداث آلات جراحة بأشكال مختلفة .
* ممارسته فن التشريح للإستفادة منه في الجراحة .
* أول من استخدم مادة الصفراء في تعقيم آلات الجراحة (اتضح فيما بعد أنها تقتل بعض أنواع البكتيريا) .
* وصف مرض السرطان وصفا دقيقا وأشار إلى عدة طرق لعلاجه .
* أول من وصف عملية تفتيت الحصوة في المثانة .
* علاج العديد من الحالات (شلل ، كسر فقرات الظهر ، ضيق الرحم ، الأسنان ، العيون ، الولادة ، الفتق ، الكسور ، الإنخلاع) .
* أول من استخدم المرآة لفحص المهبل ، وآلة لتوسيع باب الرحم .
* أول من استحدث استخدام الممرضات خصوصا في المرضى من النساء .
* من الأوائل في علم جراحة التجميل .
* أول من قام بربط شرايين الدم لمنع النزيف .
* أول من قام بتخييط الجروح بشكل داخلي .
* أول من استعمل خيوط أمعاء القطط في خياطة الجروح .
* أول من أشار إلى ضرورة ترك فتحة في رباط الجبس .
* أول من استخدم السنانير لاستئصال الزوائد اللحمية من الأنف .
* أول من وصف محقنة شرجية لحقن الأطفال .
* أول من استخدم آلة خافقية اللسان أثناء جراحة اللوزتين .
* أول من وصف مرض الناعور (عدم تخثر الدم عند الجروح) ووصف العقاقير اللازمة لعلاجه .
* أول من استعمل قوالب خاصة لصنع الأقراص الدوائية .
* بحث في عمليات تحضير بعض العقاقير المعدنية والنباتية والحيوانية .
* طور فكرة استعمال الآلات الجراحية المصنوعة من الحديد أو الذهب أو النحاس .

● **مؤلفاته**

كتاب التعريف لمن عجز عن التأليف ـ وهو أهم كتبه ـ وقد تضمن حوالي ثلاثين مقالة أهمها :ـ

تركيب الأدوية ، تقسيم الأمراض ، وصف المعاجين ، أدوية القلب ، أدوية إدرار اللبن ، أدوية الزينة ، الأقراص المسهلة وغير المسهلة ، أدوية الفم والحلق ، أدوية الصدر والسعال ، الضماد ، صناعة المراهم ، الأدهان ومنافعها ، خواص الأدوية والأغذية ، الأطعمة التي تعطى للمريض ، وصف الأدوية المسهلة من الحبوب المرة ، الكي ، أدوية القيء والحقن ، الأدوية المسهلة اللذيذة الطعم ، صنع الأدوية ، تسمية العقاقير بلغات متعددة .

● **المصدر :**
أعلام علماء العرب والمسلمين في الطب
الدكتور : علي عبد الله الدفاع ـ ١٤٠٨ هـ ـ ١٩٨٧ م .

الإستشعار عن بعد



والتلوث البترولي

أ. فهد سالم القرناس

يشهد العالم بين فترة وأخرى العديد من الكوارث الطبيعية التي تخرج عن إرادة الإنسان وتدبيره مثل الوزلازل، البراكين، الفيضانات .. الخ، كما يشاهد الكوارث التي تكون بفعل الإنسان وتدبيره، وكلا النوعين من الكوارث يمكن أن يقع في أي زمان ومكان على سطح الأرض، ويعد التلوث البترولي في أحداث الخليج عام ١٩٩١م نوعا من الكوارث غير الطبيعية حيث كان الإنسان المسبب الفعلي لها، وقد أحدثت تلك الكارثة أضرارا جسيمة بالبيئة خصوصا البيئة البحرية .

وبفضل من الله وحده، ثم نتيجة لتطور العلوم والتقنية وتوفر الإمكانات بمختلف أشكالها فقد أسهمت تقنية الإستشعار عن بعد مع تضافر المجهودات الحكومية الأخرى والهيئات والمنظمات الدولية والشركات في حماية المنشآت الحيوية في البلاد ومنشآت التحلية والتبريد وغيرها من منشآت وشواطىء ساحلية من الأضرار التي تحدثها مثل تلك الكوارث .

ولقد وفرت تقنية الإستشعار عن بعد البيانات والمعلومات اللازمة عن حجم وموقع البقع النفطية، وحركتها في الخليج وكانت عاملا فعالا وسريعا تم الإستعانة به في حماية ووقاية المناطق المختلفة من أضرار التسرب النفطي، ومن ثم في عمليات التنظيف للمناطق المتضررة .

التلوث النفطي

يعد النفط (الزيت) من أهم مصادر الطاقة في العالم، فهو عبارة عن خليط معقد يتكون بشكل أساس من المركبات الهيدروكربونية الموجودة في باطن الأرض على شكل سائل وغاز، وتختلف الخواص الفيزيائية والكيميائية للنفط باختلاف أنواعه، فالبعض منه ثقيل ولزج يحوي أعدادا كبيرة من ذرات الكربون، والبعض الآخر خفيف يحوي أعدادا أقل نسبيا من ذرات الكربون، كما أن نسبة الكبريت فيه تختلف من نوع إلى آخر، وإضافة إلى الجزيئات الهيدروكربونية يوجد في الزيت كثير من الشوائب كالماء والأملاح ومركبات الحوامض والكبريت، وهي الأخرى تختلف نسبتها من نوع إلى آخر وذلك بسبب العوامل التي أدت إلى تكوين كل نوع .

وعلى الرغم من أهمية النفط في عالم اليوم إلا أنه قد يؤدي إلى كوارث ومشاكل بيئية عند تسربه أو سكبه في البحر، حيث يحدث أضرارًا جسيمة للحياة البحرية والبيئية .

وتختلف كميات التسرب النفطي حول العالم باختلاف مسببات وظروف التسرب، وتتراوح في مجملها ما بين ٣,٢ إلى ٦,١ مليون طن متري في السنة، أي بنسبة تتراوح ما بين ٠,١٪ إلى ٠,٢٪ من إنتاج العالم من النفط . ورغم أن هذه النسبة تعد طفيفة بالنسبة للإنتاج العالمي إلا أنها تشكل خطرا فعليا على البيئة التي تتسرب فيها .

تعود معظم التسربات النفطية في العالم إلى الحوادث التي تصيب الناقلات في البحر، والى عمليات التفريغ والتنظيف التي تقوم بها تلك الناقلات، ولقد وجد أن نسبة ٩٠٪ من كمية الزيت تتركز حول نقطة صغيرة من المنطقة التي حدث بها التسرب ثم تزداد المساحة تدريجيا بعد ذلك .

ويظهر الزيت عند سكبه أو تسربه في البحر على عدة أشكال، ويمكن تصنيف ذلك حسب وصف الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (EPA) على النحو التالي :ـ

١ ـ طبقة سميكة مميزة بلون بني أو أسود تسمى سليك (Slick) .

٢ ـ طبقة رقيقة مميزة بلون فضي تسمى شين (Sheen) .

٣ ـ طبقة رقيقة جدا متعددة الألوان ترى على السطح وتسمى قوس قزح(Rain bow).

ومن الصعوبة بمكان التمييز بين النوعين الأخيرين عند تطبيق تقنية الإستشعار عن بعد لكنهما موجودان بتلك الصفات عند دراسة التسربات النفطية .

ويُكّون الزيت عند اختلاطه بالماء وتبخره أشكالا هندسية مختلفة حسب مرحلة تسربه، شكل (١)، فعند اللحظات الأولى للتسرب تتكون بقع كبيرة من الزيت على شكل حلقات دائرية شبيهة بالفطيرة (Pancake) يكون تركيز الزيت فيها بالمنتصف، ومع مرور الوقت تعصف الرياح هذه الحلقات وتشتتها على هيئة شظايا وبقع نفطية أصغر حجما، وعندها يختلط الزيت مع الماء مكونا مستحلب بلون بني قاتم (Chocolete Mousses) ، ومع مرور الزمن تبدأ أجزاء كبيرة من الزيت في الإنتشار تدريجيا على سطح الماء على شكل خطوط تتلاشى وتختفي، وتعتمد عملية انتشار الزيت في الماء على لزوجته وسرعة الرياح ، فالزيت منخفض اللزوجة ينتشر بسرعة أعلى من الزيت عالي اللزوجة .

وتساعد عملية التبخر في التقليل من كمية الزيت المتسرب والمتبقي على السطح حيث أنه يعمل على تشتيت وتفريق الأجزاء الخفيفة والمتطايرة من المركبات الهيدروكربونية والذي تلعب فيه حرارة الجو وسرعة الرياح وخشونة سطح البحر دورا كبير . فمثلا في البيئة البحرية يتبخر البنزين بنسبة ١٠٠٪، وهذا بالطبع عائد إلى أن البنزين أكثر الأجزاء عرضة للتطاير، بينما تصل نسبة التبخر في زيت الوقود الى ٧٥٪، أما الزيت الخام فهي بين ٣٥ إلى ٥٠٪ .

ويتحلل جزء من الزيت عند اختلاطه بالماء

مكونا جزئيات ذات كثافة أعلى من الماء ، شكل (٢) ، وسرعان ما تنزل هذه الجزئيات تحت سطح البحر مسببة تلوثا لمياهه وملحقة الأضرار بالحياة البحرية (الشعب المرجانية ، الأعشاب ، الطيور والسلاحف والأسماك) . كما تتعدى أضرار التسرب في بعض الأحيان إلى الإنسان نتيجة تناوله مأكولات ملوثة . إلا أنه من المحتمل أن تساعد عملية التبخر لمكونات الزيت وسرعة إجراءات المكافحة في التقليل من تلك الأضرار.

طرق التعرف على التلوث

تعتمد طرق التعرف على ظاهرة التلوث بوساطة الإستشعار عن بعد على الرؤية الكاملة والشاملة التي توفرها التوابع الصناعية ، وكذلك على رؤية أقل بالنسبة للطائرات ، وفي كل الأحوال تقوم الأجهزة الإستشعارية غير الفعالة والمحمولة بوساطة التوابع الصناعية أو الطائرات بقياس الأشعة المنعكسة والمنبعثة من سطح البحر . كما تقوم بعض الأجهزة الإستشعارية الفعالة مثل الرادار بإرسال موجات كهرومغناطيسية للكشف عن التسرب . ويختلف إنعكاس تلك الأشعة أو التوقيع الطيفي(Signature) في نطاق الأشعة الكهرومغناطيسية المقاسة من بقعة زيت إلى أخرى وذلك يرجع إلى الأسباب الآتية : ـ

١ ـ **حالات السطح :** تؤثر خشونة السطح على الصفات الطيفية للزيت أثناء الرصد ، فكلما زادت خشونة السطح زادت نسبة امتصاص الموجات الطيفية

٢ ـ **حالات الجو :** تؤثر حالات الجو في عمليات الرصد بالأطوال الموجية المختلفة ما عدا مجال موجات الميكروويف (الرادار) .

٣ ـ **نوع الأجهزة :** تعد الأجهزة الفعالة (Active) مثل الرادار والتي تصدر طاقة ذاتية وتستلم الطاقات المرتدة متميزة عن غيرها في عمليات الرصد خصوصا في الأحوال الجوية غير المناسبة(غيوم ، حرائق ، زوابع ترابية) أو أثناء الليل ، ورغم ذلك فإن الأجهزة غير الفعالة (Passive) ، والتي تعتمد على الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة والمنبعثة من سطح الأرض ، لها مجالات رصد مفيدة تستخدم فيها ، ولا زالت هناك دراسات مستمرة للكشف عن مزيد من تلك الإمكانات .

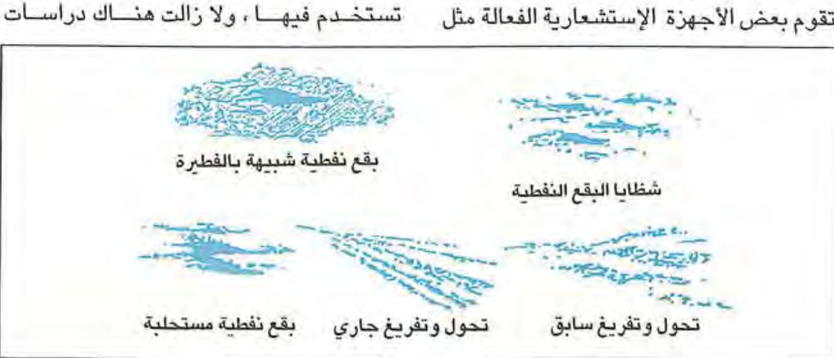
٤ ـ **الإستقطاب :** يؤثر الإستقطاب (Polarization) بنوعيه الرأسي والأفقي على شكل معالم الصورة حيث أثبتت الدراسات أن الأجهزة الإستقطابية الرادارية الأفقية تتميز عن الأجهزة الرأسية عند رصد طبقات الزيت على الرغم من أن استخدام مجال الإستقطاب الرأسي في الرادار يفيد في رصد ومسح طبقات الزيت الصغيرة .

٥ ـ **نوع الزيت :** يظهر الزيت المتسرب في البحر إما على هيئة زيت خام ثقيل (جاف) وإما على هيئة زيت مكرر خفيف (منقى) حيث وجد أن رصد النوع الأول بوساطة تقنية الإستشعار عن بعد أسهل من رصد النوع الثاني .

٦ ـ **سماكة الزيت :** تعتمد درجة امتصاص الأشعة الكهرومغناطيسية للزيت تبعا لسماكته، وقد تبين أن مجال الأشعة فوق البنفسجية والمايكرويفية تعدان من أفضل المجالات الكهرومغناطيسية عند دراسة سماكة الزيت ، ففي المجال المايكرويفي مثلا فإن الزيت ذا السماكة المنخفضة نسبيا يمكن رصده بوساطة الأطوال الموجية القصيرة بينما يتم رصد الزيت ذي السمك العالي بالموجات الطويلة .

ويبين الشكل (٣) العلاقة بين طيف الإشعاع والإنعكاس لكل من مياه البحر وطبقات رقيقة من الزيت الخام . ويتبين من الشكل أن الزيت يعطي انعكاس أعلى من المياه عند استخدام المجال فوق البنفسجي (أقل من ٠,٤ ميكرومتر) والمجال الإشعاعي تحت الأحمر ، بينما في المجال المرئي يكون بدرجة قليلة أعلى من المياه . ومما يجدر ذكره أن استخدام النطاق فوق البنفسجي في التوابع الصناعية غير ملائم عند دراسة تسرب الزيت نظرا للتأثيرات الجوية على الأشعة فوق البنفسجية المنعكسة ، ولذلك يفضل استخدام الطائرات ـ وعلى ارتفاع منخفض ـ بنفس النطاق (الأشعة فوق البنفسجية) لدراسة التسرب .

يحتاج قياس التسرب النفطي في المجال المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي إلى توافق دقيق بين أشعة الشمس وزاوية الرصد ، وقد أشارت بعض الدراسات بأن استخدام الطائرات يعطي تباينا أقل في المجال الأخضر والأحمر بين الطول (٠,٥٥ ـ ٠,٥٨ ميكرومتر) وتباين أعلى عندما يكون الطول الموجي أكثر من (٠,٦ ميكرومتر) ولهذا فإن تطبيق المجال المرئي في التمييز



● شكل (١) أنواع البقع النفطية على سطح البحر.



● شكل (٢) نموذج لتحول البقع النفطية وتحللها في البحر .

بين الزيت والمياه يعد ضعيفا .

أما في المجال الأحمر الحراري من الطيف الكهرومغناطيسي (٨ ــ ١٤ ميكرومتر) فإن الزيت يظهر - وفي حدود ضيقة ــ أبرد من المياه المحيطة به ، وهذا عائد إلى أن الإنبعاثية الحرارية (Thermal emission) للزيت أقل من الماء ، ولذلك ينتج اختلاف في درجة الحرارة يقع بين ١ إلى٣ درجات كلفن حرارية ، على أنه ليس من السهل رصد كل الزيت المتسرب بدرجة عالية اعتمادا على اختلاف الحرارة وذلك بسبب صعوبات تكمن في أن طرق رصد الزيت بالموجات الكهرومغناطيسية تتأثر بعوامل العزل الشمسي وزاويته ، ونوع الزيت ، وكثافته وتاريخ حدوث التسرب .

دراسة التلوث البترولي

كان للمركز السعودي للإستشعار عن بعد بمدينة **الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** دور كبير في متابعة كارثة تلوث الخليج بالزيت أولا بأول مرورا باستلام بيانات التوابع الصناعية إلى إعداد التحاليل والمعالجات المختلفة ، ومن ثم إلى المراحل الأخيرة والنهائية في تقديم البيانات والمعلومات للجهات ذات الشأن .

بداية التسرب النفطي

بتاريخ ١٩ يناير ١٩٩١م ظهرت لأول مرة بقع نفطية كبيرة بطول ١٢٢ كلم وعرض ١٢ كلم على طول الساحل الكويتي وبالتحديد حول ميناء الأحمدي وقد تم رصد التسرب النفطي بوساطة توابع الأرصاد الجوية نووا (NOAA) وكذلك التابع لاندسات ٥ (Landsat -5) ، وتركزت مصادر التلوث في الأماكن التالية : ــ

١ ـ ميناء الأحمدي .
٢ ـ ميناء البكر .
٣ ـ ناقلات نفط حول الميناءين المذكورين .
٤ ـ خزانات النفط في الخفجي .

ويوضح شكل (٤) الأماكن المتأثرة بالتسرب النفطي المذكورة سابقا .

منطقة التلوث

تمتد منطقة التلوث في الخليج من شمال الشواطيء الكويتية إلى الشواطيء السعودية مرورا بالخفجي ــ جزيرة أبو علي ــ وغيرها من الشواطيء الساحلية في الخليج العربي ، والخليج العربي عبارة عن بحر شبه مغلق طوله ألف كم وعرضه مائتان وخمسون كم وعمقه يتراوح ما بين ٣٥ م إلى ١٠٠ م حيث يزداد كلما اتجهنا شرقا . ونظرا لارتفاع معدلات التبخر في الخليج العربي فإنه يعد عالي الملوحة حيث تبلغ نسبة الأملاح الذائبة فيه ما بين ٣,٧٪ إلى ٤٪ ، ولقد جرى تطبيق تقنية الإستشعار عن بعد للمنطقة المحصورة بين خطي عرض ٢٠ ــ ٢٧° درجة و ــ ٢٨° درجة شمالا ، وخطي طول ٤٠ ـ ٤٨° درجة و ٢٥ ـ ٤٩° درجة شرقا ، وهي تشمل مناطق رأس السفانية إلى رأس أبو علي مرورا بمناطق منيفة ـ تناجيب ، شكل (٤) .

الدراسة التحليلة

تم الإستفادة من بيانات التابع الأمريكي لاندسات ــ٥ وما يحويه جهاز الماسح الثماتيكي (TM) من نطاقات طيفية مفيدة في هذا المجال ، وقد لوحظ أن هناك اختلافا واضحا بين الأشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة من الزيت والماء وفقا للمجال الكهرومغناطيسي المستخدم وزاوية الرصد وتركيز الإشعاع الشمسي وزاويته وصفات المياه الموجودة تحت الزيت .

ولقد تم معالجة وتحليل مرحلتين للرصد حيث أخذت التغطية الأولى بتاريخ ١٥ فبراير ١٩٩١م والثانية بتاريخ ٤ أبريل ١٩٩١م ، أما الفترة الواقعة بين هاتين المرحلتين فكانت غير ملائمة ومفيدة ، وقد طبق مجال الأشعة تحت الحمراء المتوسطة في النطاقين ٥و٧ (١,٥٥ ـ ٢,٣٥ميكرومتر) على كلتا الحالتين .

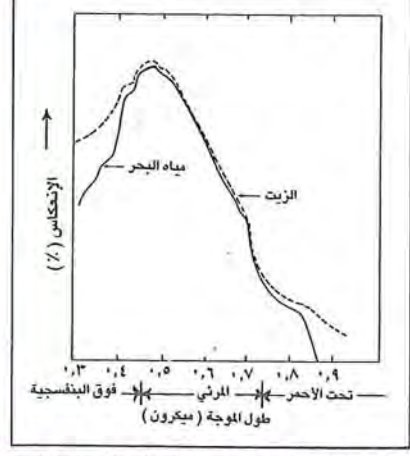
وتتلخص طرق التحليل التي نفذت بوساطة الحاسب الآلي على ما يلي :ــ

* **طريقة تعزيز التباين بالشد الخطي:** وهي عملية يتم فيها تحويل المعطيات والمعلومات الرقمية إلى شكل قابل للتفسير بصريا من خلال نشر وتوزيع كثافة الطاقة المنعكسة (على هيئة قيم عددية) لوحدات تكوين الصورة أو الخلايا (بيكسل) تمتد من قيمة الصفر (أسود) إلى القيمة ٢٥٥ (أبيض) في المقياس الرمادي ، وتم تطبيق تراكيب الألوان لثلاث نطاقات (١ ، ٢ ، ٧) وتوزيعها على مرشحات الألوان أزرق ــ أخضر ـ أحمر من أجل إظهار صورة مشابهة للطبيعة .

وتوضح الصورة (١) البقع النفطية (سليك) والتي أمكن تمييزها بتاريخ ١٥ فبراير باستخدام الخطوات السابقة عند تطبيق نطاق ٧ للأشعة تحت الحمراء والتي عكست الزيت وظهر بلون أحمر، بينما امتص الزيت الطاقة في المجال الأزرق . (نطاق ١) والمجال الأخضر(نطاق ٢) . أما المياه فكان الإنعكاس عالياً نسبياً في النطاق ١ و ٢ ، بينما أصبح ضعيفا في النطاق ٧ .

كما توضح صورة (٢) البقع النفطية (بالنطاق ٥) بتاريخ ٤ أبريل ، ويلاحظ أنها تجمعت في منطقة محصورة (داخل الدائرتين) ، كما يلاحظ كذلك اختلاف الإنعكاس الطيفي للمجال تحت الأحمر بسبب اختلاف درجة ميلان زاوية الشمس (٣٥ درجة للفترة الأولى و ٥١ درجة للفترة الثانية) ، حيث يمكن مقارنة موقع وحركة البقع النفطية واتجاهها بين تلك الفترتين .

* **طريقة التصنيفات المحكومة :** وهي عبارة عن استخلاص المعلومات بوساطة تصنيف وحدات تكوين الصورة (بيكسل) إلى مجموعات لها صفات متشابهة حسب القيم الرقمية لتلك الوحدات ، وقد طبقت هذه الطريقة على نطاق (١ ، ٢ ، ٥ ، ٧) للفترة الأولى حيث أن تطبيقها للفترة الثانية يعد غير ملائم بسبب تأثير الغلاف الجوي ، وعند إجراء التصنيفات المحكومة فإنه ينبغي تحديد الفئات المؤهلة وكذلك تقدير نسبة الأخطاء المحتملة ، ومن ثم يتم تعيين الألوان المميزة وتصنيف كل فئة تبعا لذلك ، وتتمثل المهمة



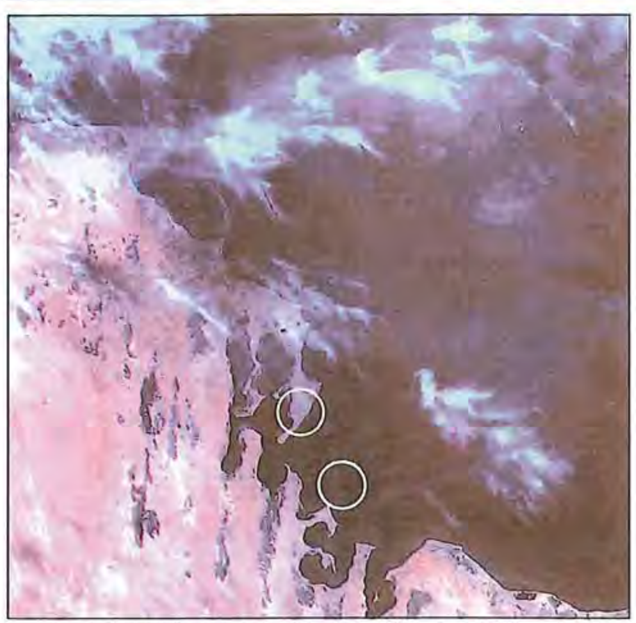
● شكل (٣) طيف الإشعاع والإنعكاس للبحر والزيت .



● شكل (٤) أماكن التلوث النفطي بالخليج العربي .



● صورة (١) البقع النفطية في الخليج العربي(اللون الأحمر) بالنطاق ٧ بتاريخ ١٥/٢/١٩٩١م.



● صورة (٢) البقع النفطية في الخليج العربي (داخل دائرتين) بالنطاق ٥ بتاريخ ٤/٤/١٩٩١م.

الرئيسة في هذه العملية في التحكم بالمتغيرات الطبعية وحالة التداخل بين الفئات المصنفة من خلال استراتيجية إحصائية ملائمة ، ويعتمد تصنيف الوحدات غير المعروفة على حسابات تشمل التنوعات وترابطها بالنسبة للفئات الطيفية وانعكاساتها ، أما الوحدة المكونة للصورة فهي مؤهلة لأن تنظم إلى أحد الفئات عندما تقع كثافة الوحدة على مسافة معينة من معدل قيم تلك الفئة ، وفي حالة أن الوحدة مؤهلة لأكثر من فئة فإن نظرية (Full Baysian) والتي تحدد الإحتمالات الرياضية تطبق لتعيين موقع تلك الفئة .

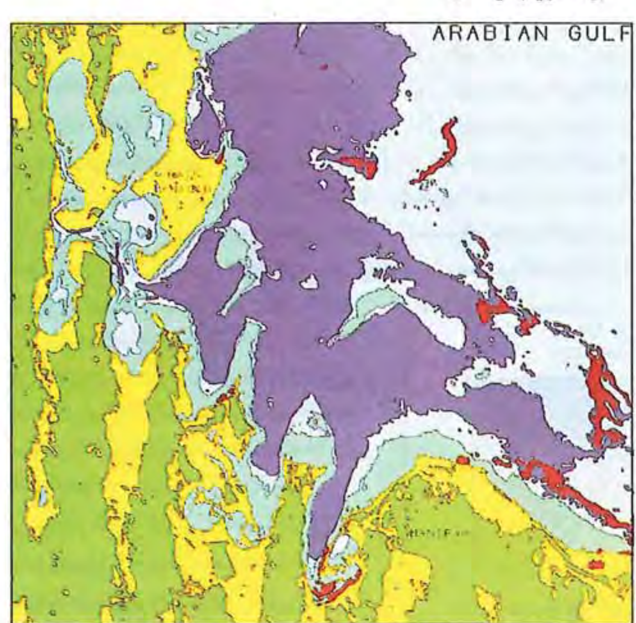
وأخيراً تم استخدام مرشح بمقاس (٣ × ٣) لإبراز وزيادة التباين في تحديد ست فئات مصنفة تم التوصل لها عن طريقا الخطوات السابقة ، صورة (٣) ، وتشتمل تلك الفئات على الآتي :-

١ - البقع النفطية (بلون أحمر) .
٢ - مياه صافية (بلون أزرق غامق) .
٣ - مياه عكرة (بلون أزرق فاتح) .
٤ - أرض سبخة (بلون أصفر)
٥ - أرض رملية (بلون أخضر) .
٦ - غير مصنفة (بلون بين الأزرق الفاتح والغامق) .

حسنت طريقة التصنيفات المحكومة من وضوح رصد التلوث ، وقد تمت دراسة البقع النفطية وكان أغلبها يتمركز قرب وحول المنطقة بين المياه الصافية والعكرة ، كما تمت مراقبة حركة البقع النفطية وتواجدها حيث وجد أنها تتحرك جنوبا بسبب الرياح الشمالية الغربية السائدة خلال تلك الفترة من السنة ، وتتراوح سرعة البقع النفطية خلال تلك الفترة بين ٦ كم إلى أكثر من ٣٠ كم في اليوم وذلك حسب حركة الرياح .

ولقد كانت المساحة الأولية المقدرة بتاريخ ٢٤ يناير ١٩٩١م حوالي ٢٠٠ كم٢ ثم تقلصت إلى ٢٠ كم٢ وتدريجيا إلى ١٠ كم٢، أما في تاريخ ٤ أبريل فقد كانت البقع النفطية تتحرك باتجاه الجنوب عبر مناطق السفانية - تناجيب ، كما أن تلويثها يتأثر بعوامل مثل المد والجزر والأمواج أكثر من تأثرها بالتيارات العكسية السائدة في الخليج ، ولقد ساعدت طبيعة الأرض في تلك المنطقة في تكوين عائق طبعي لصد وإيقاف حركة البقع النفطية ، يضاف إلى ذلك أن عمليات الشفط والتنظيف والتي شملت وضع حواجز بلاستيكية اعتراضية وبناء مصدات وحواجز مطاطية وغيرها من طرق التنظيف والمكافحة قد ساعدت على اختصار فترة التلوث .

وخلاصة القول أن تقنية الإستشعار عن بعد تعد أداة فعالة وسريعة في معرفة مشاكل البيئة والمخاطر التي تحيط بها على الأرض وفي البحار، ولا يمكن إيضاح ذلك إلا بوساطة التوابع الصناعية والطائرات ، ولذلك فإن توفر تقنية متطورة يعد مهم ليس فقط في المحافظة على البيئة ، بل لمراقبة السواحل البحرية وناقلات النفط التي تجوب المنطقة وتلوثها .



● صورة (٣) التصنيفات الستة المحكومة لجزء من المنطقة المتأثرة بالتلوث النفطي في الخليج العربي .



الإستشعار عن بعد في دراسة المياه

د . على بن سعد الطخيس

للمياه أهمية كبرى سواءًا كانت مياه سطحية أم جوفية فهي أساس الحياة على هذا الكوكب ، وصدق الله العظيم حيث يقول في محكم كتابه : ﴿ وجعلنا من الماء كل شيء حي ﴾ الآية (٣٠) سورة الأنبياء . فقد يعيش الإنسان عدة أيام بدون طعام ، ولكنه لايستطيع العيش لفترة أطول بدون ماء .

والإنسان يبحث عن مصادر المياه منذ أن وجد على سطح هذه الأرض ، حيث ازداد الطلب عليها مع زيادة عدد السكان .. ولا شك أن الإنسان على مر الأيام طوَّر طرق اكتشاف ومعرفة أماكن تواجدها وكيفية تكوينها وعلى الأخص المياه الجوفية .

تتطلب معرفة كيفية تكون المياه السطحية والجوفية وطبيعة وجودها معرفة فهم الدورة المائية الهيدرولوجية (Hydrologic Cycle) لأن الماء أهم مادة في هذه الدورة ، لذا يلزم لفهم طبيعة وجود المياه الجوفية في باطن الأرض الإلمام بخصائص الصخور المحتضنة لها مثل أنواعها وبيئات ترسبها ومساميتها ونفاذيتها وميلها وامتدادها ، إضافة إلى الخصائص الجيومورفولوجية لسطح الأرض مثل الأودية والهضاب والجبال والسهول .

ويجدر بالذكر أن المياه الجوفية تكون عادة موجودة في إحد موضعين هما :ـ

* طبقات الصخور الرسوبية حيث تعتمد كميتها ونوعيتها بشكل رئيس على خصائص حبيباتها ـــ إن كانت رملية ـــ مثل مساميتها ونفاذيتها ، كما تعتمد على الشقوق والفواصل والفتحات والتجاويف ومدى اتصالها مع بعض إن كانت صخورا جيرية .

* الصخور النارية أو المتحولة وهذه عادة تكون كمياتها قليلة وتعتمد على كثافة هطول الأمطار السنوية وتكرار حدوثها وعلى مدى توفر التشققات والتصدعات ، وعلى وجود النطاقات المتأثرة بعوامل التجوية .

وقد تركزت الإهتمامات في المناطق الجافة وشبه الجافة ، حيث تندر الأنهار والبحيرات العذبة ، على البحث عن المياه الجوفية المختزنة في طبقات الأرض ، وتتلخص الطرق التقليدية المستخدمة لاستكشاف المياه الجوفية في الآتي:ـ

* الطرق الجيولوجية والهيدرولوجية بأنواعها .

* الطرق الجيوفيزيائية بأنواعها .

أنواع المياه

تنقسم المياه من حيث تواجدها إلى قسمين:ـ

● **المياه السطحية (Surface Water)** : وهي المياه التي يمكن رؤيتها مباشرة كالموجودة بالبحيرات ، والانهار ، وخلف السدود ، وفي البرك ، والخزانات المكشوفة أو على شكل ثلوج فوق قمم الجبال وأهم مصادر هذه المياه الأمطار .

● **المياه الجوفية (Groundwater)** : وهي التي لايمكن رؤيتها مباشرة ، وهذه المياه موجودة داخل الطبقات الأرضية التي تتميز بمقدرتها على خزن ونفاذ ونقل المياه ، وبعض هذه المياه قد توجد بالطبقات منذ ملايين السنين والبعض الآخر تسرب إلى تلك الطبقات بفعل الأمطار بطريقة أو بأخرى ، ويوضح الشكل (١) الأماكن التي يمكن أن تتواجد فيها المياه الجوفية .

ويمكن تصنيف المياه الجوفية من حيث أصلها ومنشأها إلى ما يلي :ـ

* **مياه جوية (Meteoric Water)** : وهي المياه المتواجدة بالغلاف الجوي .

* **مياه حبيسة أو أحفورية (Connate or Fossil Water)** : وهي المياه المختزنة منذ فترة زمنية جيولوجية قديمة (ملايين السنين) في الصخور ذات الخصائص المناسبة ، وليس لهذا الماء أي اتصال بالغلاف الجوي .

* **الماء الصهاري (Magmatic Water)** : وهي المياه المشتقة من المادة الصخرية المذابة في باطن الأرض .

* **الماء الجوفي (Plutonic Water)** : وهذه المياه مشتقة من الصهارة الصخرية على أعماق بعيدة .

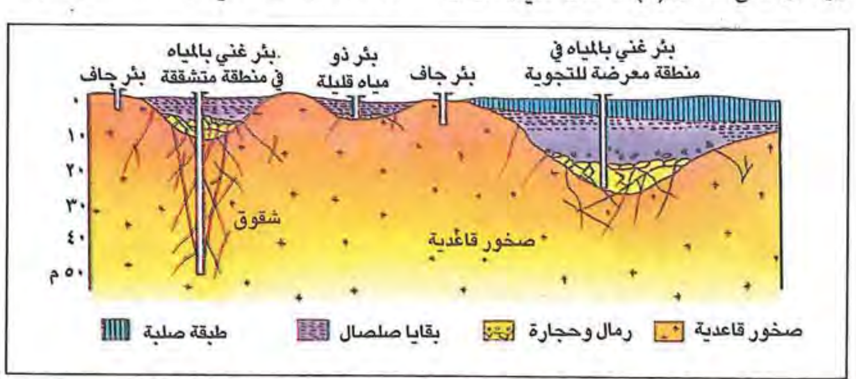
* **الماء الحديث أو الجوي (Juvenile Water)** : وهي المياه التي ابتدأت حديثا في الدورة الجوية ولم تكن في يوم من الأيام جزء من الغلاف المائي .

* **المياه المتحولة (Metamorphic Water)** : وهي المياه الموجودة في الصخور أثناء تحولها .

دراسة المياه

فتحت تقنية غزو الفضاء بابا واسعا أمام الباحثين كل حسب اختصاصه ، فالأقمار الصناعية التي انطلقت في الفضاء قبل أكثر من عقدين من الزمن مكنت الباحثين والعلماء من الحصول على كم هائل من المعلومات من خلال ما يعرف بالإستشعار عن بعد والذي أصبح بحق من أحدث فروع العلوم التطبيقية .

يمكن أن تكون تقنية الإستشعار عن بعد أداة فعالة ومفيدة في دراسة مصادر المياه ،



● شكل (١) قطاع لأماكن تواجد المياه الجوفية في الصخور القاعدية.

لكن ذلك يتطلب أن يكون لدى الباحث خبرة جيدة بعلم المياه ، لأن التجارب أثبتت أن الباحثين الذين يمتلكون خبرة في تفسير الصور الفضائية - حتى لو كانوا خبراء في معالجة المعلومات — قد يرتكبون أخطاءًا جسيمة في تفسير هذه الصور إذا كان فهمهم وإدراكهم للظواهر الجيولوجية والبيئات الطبعية محدود.

نظرا للعلاقة الوثيقة بين دراسة مصادر المياه والتعرف عليها ومعرفة جيولوجية منطقة الدراسة فإن استخدام تقنية الإستشعار عن بعد في تفسير الظواهر الجيولوجية أمر في غاية الأهمية ، بالإضافة إلى البيانات الحقلية فإن المعلومات التي يمكن الحصول عليها من تفسير وتحليل الصور الفضائية تمكننا من تحقيق الآتي :-

* التعرف على الوحدات الصخرية (Lithologic Units) حيث يمكن تمييز وتحديد أنواع الصخور سواءً كانت رسوبية أم نارية أم متحولة ، وبالتالي يمكن معرفة أقوى الإحتمالات لتواجد المياه في هذه الصخور، وأخيرا رسم هذه الوحدات على خرائط جيولوجية .

* التعرف على البنيات الخطية في الطبقات (Lineaments) ، وميلها (Dip) ، والإتجاه الأفقي لها (Strike) ، وكذلك بالإمكان تمييز التراكيب الجيولوجية المختلفة كالصدوع والطيات والشقوق والفوالق البركانية والقواطع الرأسية .

ومما يجدر ذكره أن كل عنصر من هذه العناصر له علاقة مباشرة أو غير مباشرة بتواجد المياه السطحية منها أو الجوفية . ويمكن الإستفادة من تقنية الإستشعار عن بعد في دراسة المياه على النحو التالي :-

المياه السطحية

تكمن أهمية الإستشعار عن بعد في دراسة المياه السطحية في العديد من التطبيقات منها : -

* تحديد وحصر المواقع التي تتجمع بها المياه كالبحيرات والخزانات والمناطق المنخفضة التي تتجمع بها السيول ، و يمكن التعرف عليها مباشرة من الصور الفضائية ، كما يمكن أيضا تحديد مساحات هذه المواقع ومعرفة التغييرات الموسمية التي قد تطرأ علي حجم المياه الموجودة فيها .

* تتبع ورسم أنماط وأشكال مناطق تصريف المياه (Drainage Patterns) كالأودية والأنهار والقنوات ، كما أنه بالإمكان تتبع مساراتها ومراقبتها من حيث طول المجرى وعرضه وعمقه وخشونة سطحه ودرجة ترسب الطمي فيه ونحت وتآكل ضفافه .

* الحصول على نظرة شاملة لتأثير الفيضانات والدمار الذي تخلفه عند حدوثها في منطقة ما ، كما يمكن أيضا تقييم أوضاع المناطق المتأثرة بالجفاف .

* تحديد أعماق المياه الصافية الضحلة من خلال تقنية امتصاص الضوء .

* الكشف عن الينابيع الحارة والينابيع الموجودة داخل البحر .

* دراسة الأحوال الجوية من أمطار وحرارة ورياح وثلوج ونحو ذلك وتوقع التغيرات التي قد تطرأ عليها .

* معرفة مناطق تجمع الثلوج ومساحاتها وتقييم زمن ومعدل ذوبانها ، كذلك رسم خرائط لخطوط امتداد الثلوج ومتابعتها باستمرار .

* تحديد أنسب المواقع لإنشاء السدود بعد إجراء دراسات حقلية تأكيدية لها.

المياه الجوفية

يمكن الكشف عن المياه الجوفية مباشرة في حالات عدة من خلال تحديد مواقع الينابيع على الصور الفضائية سواء كانت داخل البحار أم على اليابسة ، وكذلك تحديد المناطق التي تتسرب منها المياه الجوفية إلى سطح الأرض عن طريق الصدوع أو غير ذلك من التراكيب الجيولوجية . أما الطرق غير المباشرة لاستكشاف المياه الجوفية ، بالإضافة إلى الطرق التقليدية السابق ذكرها ، فإن تقنية الإستشعار عن بعد ذات فائدة عظيمة من خلال الآتي :-

* الكشف عن التراكيب الجيولوجية الإقليمية وتتبعها ومن ثم رسمها على خرائط جيولوجية ، وبذلك يمكن تحديد أنواع الصخور المؤهلة لأن تكون حاملة للمياه .

* تفسير الأشكال الجيومورفولوجية الظاهرة على سطح الأرض وأشكال وأنماط أنظمة صرف المياه (Drainage systems) ، ومن ذلك يمكن تقدير السيول والفيضانات التي تجري في الأودية، وبالتالي معرفة حجم ما قد يغذي الطبقات من مياه السيول .

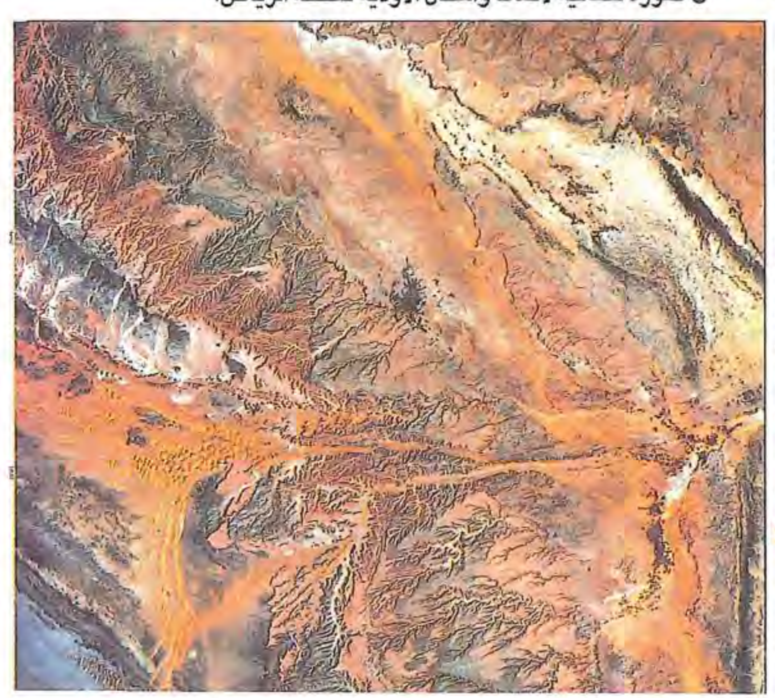
* تقدير ملوحة المياه الجوفية الضحلة من خلال السبخات الملحية الظاهرة على سطح الأرض، وتحديد مواقع ونوعية وكثافة بعض النباتات التي تنمو في وجود المياه المالحة .

* الإستدلال على وجود بعض النباتات الصحراوية المعروفة مثل الفريتوفايت (Phreatophytes) التي تمتاز بأن جذورها تغوص في أعماق الأرض لتصل إلى مستويات المياه الضحلة ، وكذلك نباتات الزيروفايت (Xerophytes) التي تنتشر جذورها لأعماق ضحلة ، ونباتات الصفصاف (willow) وغيرها من النباتات الصحراوية التي يمكن أن يكون وجودها مؤشرا جيدا لوجود المياه الجوفية الضحلة .

* الكشف عن وجود المياه الجوفية بالصخور النارية والمتحولة (صخور القاعدة المركبة) لاعتمادها اعتمادا مباشرا على تواجد الشقوق والفواصل والقواطع الرأسية والصدوع . وكذلك في النطاقات المتأثرة بعوامل التجوية (Weathering Zones) التي تزداد فيها نفاذية الصخور .. وقد أصبح من السهل تمييز هذه التراكيب وتحديدها عن طريق الإستشعار عن بعد .

وفي مجال الكشف عن المياه في المملكة تمت الإستعانة بالإستشعار عن بعد حيث قامت وزارة الزراعة والمياه باستخدام هذه التقنية في العديد من الدراسات الجيولوجية والهيدروجيولوجية وبحوث التربة ، بالإضافة إلى أن مراكز البحوث في الجامعات قد قامت بدور بارز في هذا المضمار .

صورة فضائية لأنماط وأشكال الأودية لمنطقة الرياض.





تطبيقات الإستشعار عن بعد في الزراعة

أ . أحمد محمد أبو معطي

واجهت القائمين والمهتمين بدراسة النباتات والمزروعات العديد من المشاكل والصعوبات وذلك نظراً لإتساع رقعة الحقول الزراعية المختلفة ، من أهم تلك الصعوبات صعوبة مراقبة المحاصيل الزراعية ودراسة حالتها وما قد يطرأ عليها من تغيرات خلال فترات نموها سواء كانت تلك التغيرات ناتجة عن نقص في مياه الري أم في عناصر التربة الغذائية الهامة للنبات ، فضلا عما قد يجتاح تلك الحقول من آفات أو أمراض مختلفة . من هذا المنطلق حرصت بعض مراكز الأبحاث والدراسات في عالمنا المعاصر على استعمال بعض التقنيات والأساليب الكفيلة بمراقبة تلك المحاصيل والمزروعات . تعد تقنية الإستشعار عن بعد من أهم التقنيات في هذا المجال إذ من خلال الصور الفضائية أو الجوية التي توفرها يمكن الحصول على نظرة شاملة عن حالة المحاصيل الزراعية .

يعد الحصول على صور لسطح الأرض بوساطة الأقمار الصناعية أوالطائرات بالغ الأهمية في دراسة الكثير من الجوانب الزراعية ، فعن طريقها يتم الحصول على كم هائل من المعلومات عن الحقول والمناطق الزراعية إضافة إلى إمكان دراسة كيفية التغلب على كثير من الصعوبات التي تواجه المزارعين والشركات الزراعية والحكومات ، فقد وفرت هذه التقنية الكثير من المال والجهد والوقت عند دراسة المشاكل الزراعية ووضع الحلول الناجعة لها . وتبرز أهمية ذلك على مستوى إدارة المزروعات والغابات ودراستها وتقديم المعلومات الكافية والنافعة لمتخذي القرار في عملية التخطيط الزراعي ، إضافة إلى إمكان القيام بدراسات جيدة لتطوير الزراعة ومشاريع تخطيط الأراضي الزراعية .

مصادر المعلومات

هناك العديد من المصادر للحصول على المعلومات الخاصة بالزراعة عن طريق تقنية الإستشعار عن بعد وذلك وفقا لنوع اللاقط (MSS, TM, PLA, MLA...) والتي تختلف تبعا لخصائصها الفيزيائية أو النظام الذي يحمله (أقمار صناعية ، طائرات) حيث يتم الإختيار فيما بينها تبعا لنوعية الدراسة المتبعة . فمثلا تعد الصور الجوية ذات مقياس الرسم الصغير والملتقطة بأفلام ملونة أو الأفلام ذات الحساسية العالية للأشعة تحت الحمراء القريبة من أفضل الوسائل عند دراسة الغابات وتقدير أعداد الأشجار فيها وتنظيم عملية قطع الأخشاب منها ، إضافة إلى مقدرتها الفائقة على المساعدة في إجراء عملية تصنيف المحاصيل والتمييز فيما بينها وتحديد نوعياتها . من خلال اللواقط الحرارية المحمولة على طائرات أو أقمار صناعية والتي تلتقط الأشعة تحت الحمراء الحرارية (Thermal Infrared) ذات الطول الموجي من ٣ إلى ٥ ميكرونات أو من ٨ إلى ١٤ ميكروناً ، يمكن قياس الأشعة الحرارية المنبعثة من أسطح النباتات والتربة وبالتالي معرفة مدى رطوبة أو جفاف التربة والنباتات ، وهذا يفيد في اكتشاف النباتات الذابلة أو قليلة المحتوى المائي بسبب قلة مياه الري ، ومن ثم اتخاذ الإجراءات اللازمة لإنقاذ المحصول أو النبات قبل موته ، وفي هذا الصدد تمكن **إدسوتال (Idsoetal)** عام ١٩٧٧م من إيجاد معادلات رياضية خاصة بتوقعات إنتاج وغلة المحاصيل اعتمادا على ما يسمى بدرجة الإجهاد اليومي (Stress Degree Day - SDD) والتي أمكنه الحصول عليها عن طريق قياسات الأشعة الحرارية للنباتات .

من الصور المستخدمة في إبراز المعلومات الزراعية صور اللواقط متعددة الأطياف التي منها اللاقط (MSS) واللاقط (TM) وإذ يمكن عن طريقهما استخدام العديد من النطاقات (Bands) في مجال الأشعة الكهرومغناطيسية لتبيين وتفريق الإختلافات بين الأجسام والظواهر سواء كانت نباتية أم صخرية اعتمادا على الإنعكاسات الطيفية في كل نطاق من نطاقات الأشعة الكهرومغناطيسية . كذلك تمكن كل من **رود و ألسون (Rohde and Olson)** عام ١٩٧٢م من إجراء دراسة لعملية تنظيم قطع الأخشاب في غابات ولاية ميتشقن في الولايات المتحدة الأمريكية اعتمادا على الإنعكاسات الطيفية الملتقطة لستة نطاقات طيفية بين طول موجي يتراوح ما بين ٤,. إلى ١ ميكرون .

في مجال حالة النبات الصحية تمكن كل من **إدواردز و سيشل و شارم (Edwards, Schehl and Charme,)** من إجراء دراسة لكشف أمراض النباتات في ولاية فلوريدا الأمريكية اعتمادا على الإنعكاسات الطيفية لستة نطاقات في مجال الأشعة الكهرومغناطيسية ، وقد تبين من ذلك أن المعلومات الملتقطة في مجال الطيف ٨٢,. - ٨٨,. ميكرون من أفضل النطاقات لمثل هذا النوع من الدراسة .

الأطياف المنعكسة

تعتمد كثافة الاشعة المنعكسة من النباتات على الطول الموجي للنطاق المستخدم ، وكذلك على المكونات الاساس للغطاء النباتي مثل مادة

الكلوروفيل(المادة الخضراء) ومكونات الخلية النباتية والمحتوى الرطوبي والشكل الظاهري للاوراق ، كما قد تؤثر عوامل اخرى مثل الظل وقوام التربة المحيطة بالنبات ، فالاشعة المنعكسة من أوراق النباتات تعد ضعيفة في مجال الطيف المرئي الازرق (٤,. ـ ٥,. ميكرون) والأحمر (٦,. ـ٧,. ميكرون) ، وقوية نسبياً في مجال الطيف المرئي الأخضر (٥,. ـ ٦,. ميكرون) ، وعالية جدا في مجال الأشعة تحت الحمراء القريبة (٧,. ـ٩,. ميكرون) ، شكل (١) ، من ناحية أخرى تعتمد الأشعة المنعكسة من التربة المحيطة بالنبات على نوعية قوامها، فهي عالية في حالة التربة المعدنية ، ومنخفضة في حالة التربة العضوية ، وضعيفة جداً في مجال الطيف المرئي ، وأعلى قليلا في نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة ، شكل (١) ، كما يجب أن يؤخذ في الحسبان أن النسيج النباتي ولونه يتغيران خلال فترات نمو المحصول الواحد ، وتبعا لذلك فإن كثافة الأشعة المنعكسة منه تختلف وفقا لفترة نمو المحصول ونوعه ، لذا يجب أن يراعي مستخدم صور الأقمار الصناعية هذه الحقيقة وأن يكون لدية المعرفة والإلمام بتقويم المحاصيل ، إضافة إلى المعرفة بخصائص الإنعكاس الطيفي للمحصول النباتي موضع الدراسة ، شكل (٢) .

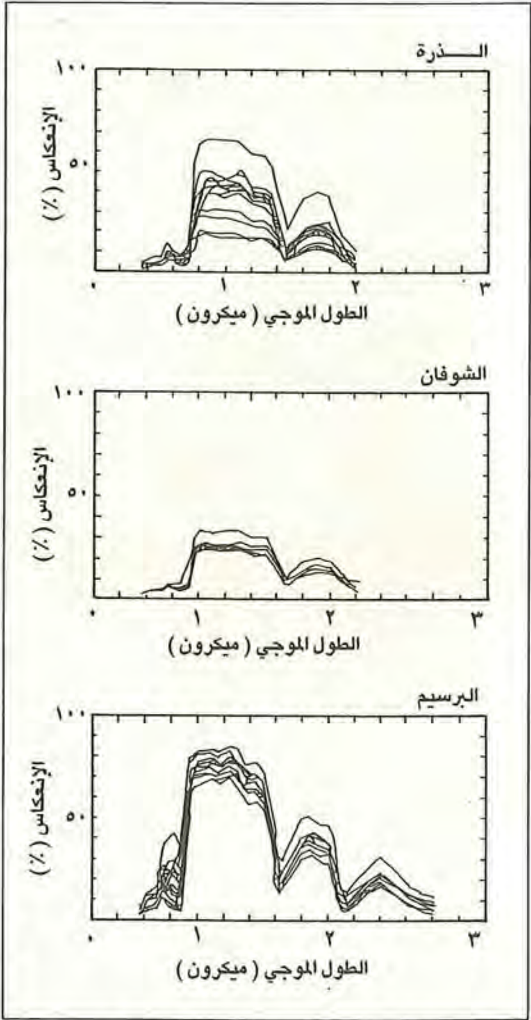
● شكل (١) خصائص الأشعة المنعكسة لمكونات الغطاء النباتي .

وبناء على ما سبق ذكره فقد أمكن استخدام اللاقط (TM) في مجالات الأطياف المختلفة لتوضيح حالة النبات وذلك على النحو التالي : ـ

* **مجال الطيف المرئي (النطاق ١، ٢، ٣)** : وفيه تعتمد كثافة الإنعكاس على صبغة الكلوروفيل حيث لوحظ أنه يمتص الطاقة بقوة في مجال الطول الموجي ٠,٤٥ ميكرون والمجال ٠,٦٧ ميكرون أي أن هناك كثافة نسبية لانعكاس الأشعة في مجال الطيف الأخضر وامتصاص عال للأشعة في مجال الطيف الأزرق والأحمر .

* **مجال الأشعة تحت الحمراء القريبة (النطاق ٤)** : وفيه تعتمد كثافة الإنعكاس على بنية خلية النبات .

* **مجال الأشعة تحت الحمراء المتوسطة (النطاقان ٥ ، ٧)** : وفيه تعتمد كثافة الإنعكاس على المحتوى المائي للنبات .



● شكل (٢) خصائص الأشعة المنعكسة لثلاثة محاصيل زراعية .

طرق المعالجة

تبين سابقا أن النباتات تختلف في كثافة الأشعة المنعكسة منها تبعا لنوعيتها وكذلك تبعا لمراحل نموها ، ولهذا فإن الباحث بخبرته المسبقة ومعرفته بخصائص الإنعكاسات الطيفية للنباتات في مراحل نموها المختلفة يعمل بتجربة العديد من طرق المعالجة للصور الفضائية التي توصله إلى المقدرة على تمييز وتصنيف وحساب مساحات تلك الحقول ، وتعد طرق المعالجة والتحليل الرقمي للصور الفضائية من أهم الإجراءات المتبعة لتفسير وإيضاح نوعية وحالة النباتات في منطقة الدراسة ، مع عدم إغفال أهمية القياسات وأخذ العينات الحقلية ودراستها معمليا في التوصل إلى التوقعات والتقديرات الصائبة .

يقوم الباحث أو محلل الصور باستخدام نطاقات مختلفة وتقنيات متعددة تمكنه من تمييز وتصنيف ودراسة حالة النباتات موضع الدراسة . من أشهر الطرق المتبعة استخدام النطاقات ٤،٢،١ في اللاقط (MSS) على مرشحات الألوان الأزرق والأخضر والأحمر على التوالي عند دراسة الآفات والأمراض النباتية .

أما بالنسبة للاقط (TM) فتستخدم النطاقات ٤،٣،٢ على مرشحات الألوان الأزرق والأخضر والأحمر على التوالي لدراسة حالة ونوعية النباتات ، فتبدو النباتات بلون أحمر ذو

● صورة (١) منطقة البسيطاء ـ شمال المملكة ـ أخذت باللاقط (TM) باستخدام النطاقات ٤،٣،٢ وتبدو المناطق الزراعية باللون الأحمر .

● صورة (٢) البسيطاء (نطاقات ٧،٤،٢) وتبدو المناطق الزراعية بلونها الطبيعي

● صورة (٣) البسيطاء (نطاقات ٤،٥،٣) وتتضح المناطق الزراعية عن غيرها .

تدرج مختلف ، فاللون الأحمر الداكن مثلاً يدل غالباً على أن النباتات ذات أوراق عريضة أو أنها بحالة جيدة وغير متعرضة للآفات والأمراض ، ويدل اللون الأحمر الفاتح على وجود الأعشاب والمسطحات الخضراء ذات الأوراق المستدقة صورة (١) . وباستخدام النطاقات ٧،٤،٢ ـ في اللاقط (TM) وعلى مرشحات الألوان الأزرق والأخضر والأحمر ـ لنفس المنطقة فإن النباتات تبدو بلونها الطبعي الأخضر ، صورة (٢) ، وبالتالي يسهل التعرف على كل من التربة والنباتات ، فمثلا يرمز اللون الأخضر الفاتح غالبا على الأعشاب الأرضية ذات الأوراق المستدقة ، بينما يرمز اللون الأخضر الداكن إلى مناطق الأشجار الكثيفة ، كما لوحظ في هذا النوع من التطبيق أن المناطق العمرانية تبدو باللون الأحمر الأرجواني (الفوشي) مما يسهل من عملية التعرف على الأغطية النباتية المختلفة في المناطق العمرانية . وباستخدام النطاقات ٣ ، ٥ ، ٤ على مرشحات الألوان الأزرق والأخضر والأحمر على التوالي يمكن توضيح الإختلافات في رطوبة كل من النباتات والتربة وبالتالي إمكان دراسة حالة النبات ومدى احتياجاته المائية ، صورة (٣) .

من طرق المعالجة الأخرى طريقة استخدام الصور النسبية (Ratio) بين بعض النطاقات سواء كانت لمعلومات اللاقط (TM) أم اللاقط (MSS) ، وقد وجد أن للصور النسبية بين نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة والحمراء (NIR / R) فائدة كبيرة في عملية تقدير غلة بعض المحاصيل الزراعية فضلا عما تضيفه عملية التصنيف (Clasification) من مقدرة في إجراء بعض التمييزات فيما بين النباتات وبالتالي تحديد نوعياتها .

التطبيقات الزراعية

هناك العديد من التطبيقات الزراعية للمعلومات المستقاة من بيانات الأقمار الصناعية من أهمها ما يلي :ـ

● تقدير مساحة المزروعات

تعد الأساليب التقليدية في حساب مساحة المزروعات المتبعة في كثير من



● صورة (٤) مشروع زراعي(٢٠×٣٠كم) بالبسيطاء حددت فيه المساحة .

بلدان العالم النامي مكلفة ماليا وتستغرق الكثير من الجهد والوقت مقارنة بالأساليب الحديثة التي أتاحتها تقنية الإستشعار عن بعد ، فعن طريق المعلومات الملتقطة من الأقمار الصناعية ومعالجتها وإجراء بعض التحليلات لها يمكن قياس مساحة المزروعات وخاصة في المشاريع الزراعية ذات الرقعة الكبيرة . وتوضح الصورة (٤) أحد المشاريع الزراعية بمنطقة البسيطا شمال المملكة وإمكان حساب مساحتها .

● نوع المحصول وإنتاجيته

تعتمد عملية تحديد نوع المحصول الزراعي على عدة عوامل منها :ـ

* خبرة محلل الصور بالانعكاس الطيفي للمحصول موضع الدراسة خلال فترات نموه .
* المعرفة المسبقة للمنطقة المراد دراستها.
* معرفة بعض الظواهر الأخرى غير الزراعية في منطقة الدراسة .
* تاريخ التقاط الصورة .

تعمل هذه العوامل وغيرها مكملة بعضها البعض للمساعدة في تحديد وتمييز وتصنيف المحاصيل . فعن طريق بعض الأساليب المتبعة في التصنيف (Classification) والتي تتيحها أجهزة وبرامج الحاسب الآلي المختصة بتحليل الصور يمكن تمييز الفروق بين المحاصيل ومن ثم تحديدها وتصنيفها . كما يمكن تقدير انتاجية المحصول اعتماداً على ما يعرف بالدليل النباتي (Vegetation Index) عن طريق بعض المعادلات الرياضية.

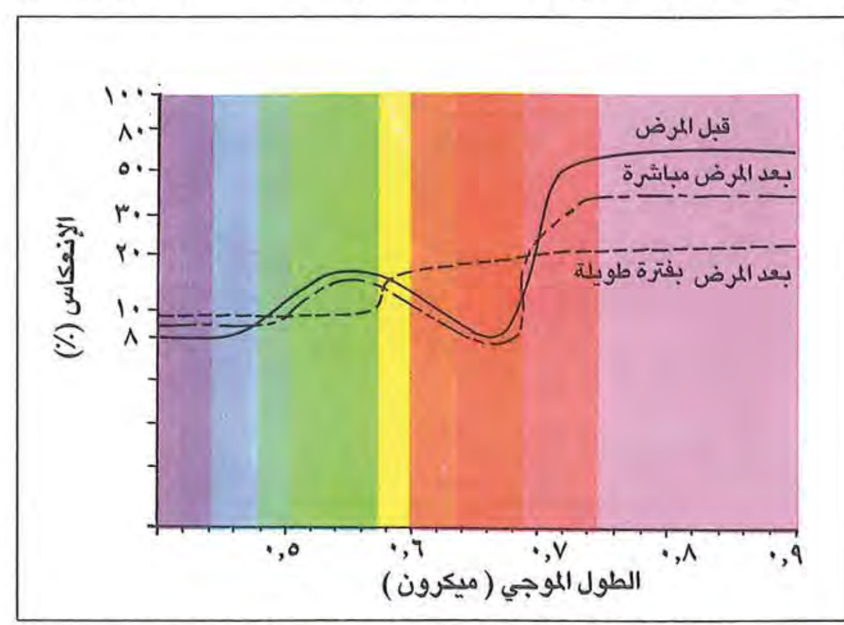
● دراسة آفات وأمراض النبات

تتعرض النباتات لكثير من الأمراض والآفات والتي بدورها تؤثر على خواص النبات الشكلية والتركيبية مما ينتج عنها اختلافات واضحة في كثافة الأشعة المنعكسة من النباتات ، وبملاحظة هذه التغيرات ودراستها عبر العديد من القنوات الطيفية المختلفة يمكن للباحث أو محلل الصور القيام باكتشاف الأمراض التي قد تصيب النباتات ، وبالتالي اتخاذ الإجراءات اللازمة قبل انتشاره ، ويبين الشكل(٣) الإختلافات في الإنعكاسات الطيفية نتيجة الإصابة بالأمراض فيلاحظ أن الإصابة بالمرض في مرحلته الأولى أدت إلى حدوث زيادة في الإنعكاس الطيفي بين طول موجي ٠,٤ – ٠,٥ ميكرون ، وانخفاض في مجال الأشعة تحت الحمراء (٠,٧ ـ ٠,٩ ميكرون) ، أما بعد مهاجمة المرض للنبات بفترة طويلة فيلاحظ حدوث زيادة في الإنعكاس الطيفي بين طول موجي ٠,٤ – ٠,٧ ميكرون ، وانخفاض كبير جداً في الإنعكاس الطيفي في مجال الأشعة تحت الحمراء (٠,٧ – ٠,٩ ميكرون).

وفي مجال الآفات الزراعية تمكّن الصور الفضائية من الكشف المبكر عن أسراب الجراد الهائلة التي تجتاح الحقول الزراعية ، فبتحليل الصور المتتابعة لمناطق تواجده يمكن تحديد اتجاه تحركاته وبالتالي إيجاد واتخاذ الإجراءات والأساليب الكفيلة بالقضاء عليه .

● دراسة الغابات

تتيح الصور الجوية الملتقطة بوساطة آلات التصوير المحمولة على الطائرات من إجراء العديد من الدراسات الإقتصادية لمناطق الغابات وحصرها ، ومن هذه الدراسات الدراسة التي قام بها معهد إدارة الغابات بكندا والمعتمدة على بيانات الصور الجوية ذات مقياس الرسم الكبير، والتي استهدفت تنظيم عملية قطع الأخشاب في الغابات والقيام بالتقدير الحجمي للأخشاب فيها . كما تفيد المعلومات المستقاة من صور الأقمار



● شكل (٣) إختلافات في الانعكاسات الطيفية لإحدى النباتات المريضة .

الصناعية في عملية دراسة الغابات الموجودة في مناطق يصعب الوصول إليها وعمل التحليلات لإبراز كثافة الأشجار فيها وتقدير مساحاتها كبعض المناطق في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة .

دراسة المراعي

تستخدم تقنية الإستشعار عن بعد في مراقبة ودراسة الغطاء النباتي وتقدير حالة المراعي وذلك اعتمادًا على اختلاف الإنعكاسات الطيفية لكل من النباتات والتربة ، إضافة إلى دراسة زيادة نسبة التغطية للنباتات الرعوية وكثافتها ، وعن طريق أخذ عينات أونقاط تحقق أرضي في المناطق الصحراوية يمكن تحديد الحمولة الرعوية لنباتات المراعي مع الأخذ في الحسبان أهمية المقارنة بين قيمة عنصر الصورة (Pixel Value) أو كثافة الإنعكاس لمنطقة الدراسة وبين القيم والمعلومات والأرقام التي تم الحصول عليها من نقاط التحقق الأرضي شريطة أن تؤخذ نقاط التحقق الأرضي في نفس الفترة الزمنية التي يمر بها التابع الصناعي عند التقاطه للمعلومات فوق المنطقة المأخوذ منها العينات .

كما تفيد معلومات الأقمار الصناعية بإعطاء صور فضائية مفيدة وواضحة في مراقبة واكتشاف المناطق المناسبة للمحميات الرعوية داخل الصحاري والتي يصعب التعرف عليها بالطرق التقليدية ، وتبين الصورة (٥) موقع روضتي الخفس (شمال مدينة الرياض) خلال فترة ربيع عام ١٩٩٣م ، ويبدو من خلالها تجمع كميات كبيرة من المياه في المنطقة العلوية وبداية نمو بعض النباتات الرعوية حولها .

كما تفيد الصور الفضائية في التعرف على التجمعات الشجرية الكثيفة داخل الأودية والشعاب الموجودة بالبراري وبالتالي الإستفادة منها وحمايتها ومراقبتها للحفاظ عليها من الإحتطاب الجائر، بالإضافة إلى إمكان إجراء بعض الدراسات اللازمة لها للإستفادة منها كمتنزهات عامة ، كما تمكن الصور الفضائية من اكتشاف مواقع تجمع مياه السيول والأمطار داخل الصحاري وبالتالي إرشاد الرعاة لتلك المواقع للورود عليها وسقيا مواشيهم منها .

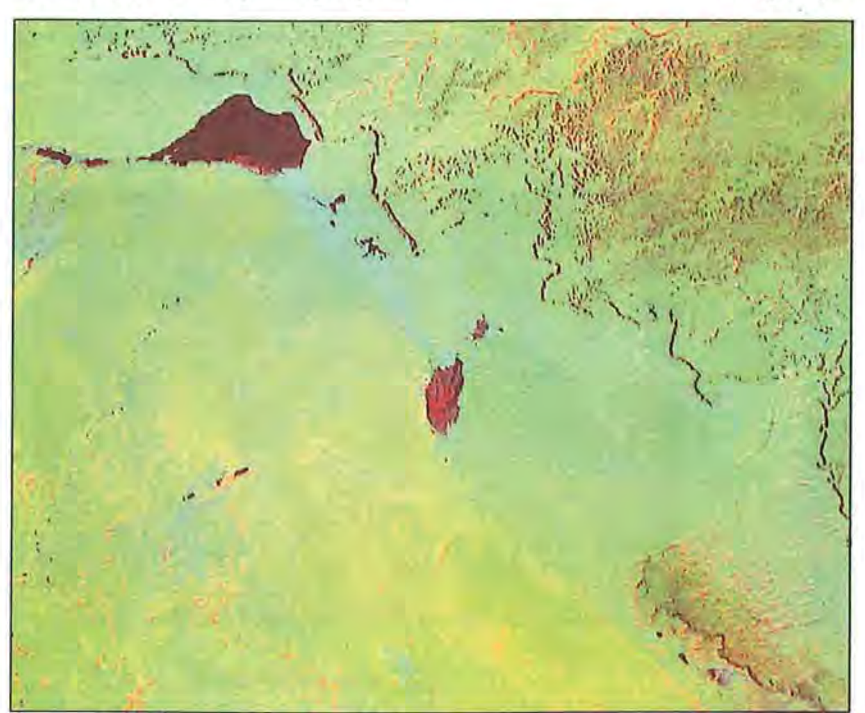
تصنيف التربة

تمكّن صور الاقمار الصناعية من تحديد وحساب مساحة ونوعية التربة المناسبة للزراعة ، وذلك اعتمادا على اختلاف كثافة الانعكاسات الطيفية من التربة في النطاقات المختلفة من معلومات اللاقط(MSS) و(TM) ، وبالتالي يمكن تحديد نوعية التربة ومدى ملاءمتها للزراعة من عدمه، والتوصية باستزراع المناطق المناسبة للزراعة ، كما يمكن استخدام أجهزة قياس الأشعة (الراديوميتر) لتحديد ودراسة الإنعكاسات الطيفية للترب المختلفة في الحقول ومقارنتها بالمعلومات الملتقطة بوساطة الأقمار الصناعية، وبالتالي إمكان إجراء تمييز ثم تصنيف لتلك الأنواع من الترب .

تطبيقات أخرى

يمكن بوساطة صور الاقمار الصناعية تحديد مواقع الحرائق والكوارث التي تجتاح الحقول الزراعية ومناطق الغابات وإعطاء بعض التوصيات والمقترحات اللازمة لتفادي وتقليل الخسائر الناجمة من جراء تلك الكوارث ، كما يمكن الإستفادة من صور الأقمار الصناعية في المساعدة على كشف أماكن زراعة النباتات الممنوعة والمحرمة دوليا وإرشاد الجهات المسؤولة عن أماكن تواجدها للقضاء عليها ، إضافة إلى أن صور الأقمار الصناعية تمكّن من إعطاء توصيات نافعة لاختيار المواقع المناسبة لإنشاء السدود داخل الأودية .

وعموما فإن لتقنية الإستشعار عن بعد أهميتها الواضحة في مجال الدراسات الزراعية في المملكة والتي لايستغني عنها الباحثون و المخططون الزراعيون عند اتخاذ قراراتهم وخططهم الزراعية المستقبلية ، خصوصا مع ما تشهده المملكة من توسع زراعي كبير يستلزم سرعة المراقبة والتحكم لتلك المشاريع الزراعية الضخمة المنتشرة في صحاريها ، وهذا لايعني الإستغناء عن الاساليب التقليدية في الدراسات الزراعية الحقلية بل تعد كل منها مكملة بعضها البعض في دراسة وتنمية النهضة الزراعية والتي تتفق مع الموارد الأرضية والمائية المتاحة .



صورة (٥) موضع روضتي الخفس شمال مدينة الرياض وتبدو النباتات الرعوية باللون الأحمر.

مصطلحات علمية (*)

● نطاق الإمتصاص Absorbtion Band

النطاق الذي يتم فيه امتصاص الأشعة الكهرومغناطيسية بوساطة الغلاف الجوي أو بمواد اخرى . على سبيل المثال ، هناك امتصاص في النطاق ما بين ٠,٥ إلى ٠,١ ميكرومتر بوساطة بخار الماء الذي يمتص الأشعة دون الحمراء الحرارية في هذا النطاق.

● الصور الجوية Aerial Photograph

الصورة الفوتوغرافية المأخوذة بالطائرات باستخدام الأفلام العادية الأبيض والأسود والملون والملونة تحت الحمراء .

● التبيين Annotations

بيانات ومعلومات تكتب ضمن خط الطيران على المنظر أو الصورة ، مثل المقياس والوقت والتاريخ ورقم الصورة .

● خريطة الأساس Base Map

خريطة تستخدم كأساس لوضع المعلومات .

● نقطة التحكم Control Point

نقطة يتم تحديدها بدقة على الصورة الجوية وفي الطبيعة تستخدم في إعداد الخرائط من الصور الجوية .

● التغطية Coverage

المساحة الأرضية في الصورة الجوية أو الخرائط الجوية أو المصفوفات الجوية .

● الإعوجاج Crab

عدم تثبيت آلة التصوير بشكل موازي لخط الطيران .

● الترشيح الرقمي Digital Filtering

إجراء رياضي للتخلص من القيم غير المرغوب فيها من البيانات الرقمية .

● الدفع Drift

عدم سير الطائرة في مسارها المخطط له نتيجة لتأثير الرياح أو الأخطاء الملاحية أو غير ذلك . وينتج عن ذلك ثغرات بين خطين من خطوط الطيران لا تغطيها الصور الجوية.

● البعد البؤري Focal Length

المسافة بين الفيلم ومركز العدسات عند وضعها في مستوى اللانهاية .

● النظام الشبكي Grid System

نظام من الخطوط التي عندما نضعها في الصور الفوتوغرافية أو الخرائط تسمح بتحديد مواقع أرضية طبقا لطبيعة النظام المختار .

● نطاق الأشعة دون الحمراء

Infrared Band

النطاق التالي للأشعة المرئية الذي يتميز بطول موجاته التي تقع ما بين ٠,٧ ميكرومتر ١,٠ ملم وهو ينقسم إلى ثلاثة أقسام فرعية أخرى هي الأشعة دون الحمراء القريبة والأشعة دون الحمراء المتوسطة والأشعة دون الحمراء البعيدة. والقسمان الأخيران يعرفان بنطاق الأشعة الحرارية .

● التداخل Overlap

المساحة التي تشترك في تغطيتها أجزاء من صورتين متجاورتين ، وتمثل عادة بالنسب والتداخل بين صورتين متجاورتين على نفس خطي الطيران يطلق عليه التداخل الأمامي ، والتداخل بين صورتين متجاورتين على خطي طيران متجاورين يطلق عليه التداخل الجانبي .

● الإبتعاد Parallax

التغير في موقع ظاهرة ، بالنسبة لنقطة أو نظام معين ناتج من تغير في موقع المشاهدة .

● النمط Pattern

التكرار المنتظم لاختلافات الألوان على المنظر أو الصورة .

● الوسائل الفوتوغرافية

Photographic Methods

الوسائل التي يتركز استخدامها للإستشعار في الجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي والجزء القريب من نطاق الأشعة دون الحمراء .

● النبضة Pulse

إشعاع كهرومغناطيسي ينقل بوساطة العمود الهوائي الراداري .

● التحلل النوعي Qualitative Resolution

قدرة نظام الإستشعار على إعطاء تفاصيل واضحة ومميزة .

● محطات الإستلام Recieving Stations

مراكز أرضية تستلم المعلومات من الأقمار الصناعية وتقوم بمعالجتها وتوزيعها .

● التعديل Rectification

عملية دقيقة لتصحيح أو تعديل التشويه في الصورة الجوية .

● التسجيل Registration

عملية تطبيق صورتين أو منظرين (أو أكثر) بحيث تتطابق الظواهر الجغرافية . ويمكن الحصول على التسجيل كميا أو فوتوغرافيا .

● تشويه التضاريس

Relief Displacement

التشويه الهندسي على الصور الجوية الفوتوغرافية ، حيث تظهر قمم الظواهر مائلة عن قواعدها .

● نموذج التجسيم Stereo Model

الحصول على نظرة مجسمة (ثلاثية الأبعاد) عند النظر إلى صورتين جويتين متداخلتين .

● المجسم Stereoscope

جهاز يمكن أن نحصل بوساطته على نموذج التجسيم .

● خريطة موضوعية Thematic Map

خريطة مصممة لتوضيح ظواهر أو مفاهيم محددة . وفي الإستخدام التقليدي يستثنى هذا التعبير في الخرائط الطبوغرافية.

● نطاق الأشعة دون الحمراء الحرارية

Thermal infrared

نطاق الموجات دون الحمراء ما بين ١,٥ ميكرومتر إلى ١ ملم والتي تتطابق مع الأشعة الحرارية . والإستشعار الحراري يبحث عن تحديد الإختلافات في الإشعاع الحراري المنبعث ولا يقوم جهاز الإستشعار الحراري بتسجيل الحرارة الفعلية ولكن يسجل الإختلافات الحرارية بين عناصر المنظر .

(*) المصدر

كتاب : الإستشعار عن بعد وتطبيقاته في الدراسات المكانية ـ ١٩٨٦م .
المؤلف : د . خالد العنقري
الناشر : دار المريخ للنشر
الرياض : ١٤٠٧هـ / ١٩٨٦م



من أجل فلذات أكبادنا

أكسدة فيتامين «ج»

أبناءنا وبناتنا الأعزاء

لعلكم تعلمون أهمية الفيتامينات في بناء أجسام سليمة إضافة إلى دورها في الوقاية من الأمراض. ومن الأهمية بمكان معرفة مصادر الفيتامينات المختلفة في غذائنا حتى يمكن تناول القدر الكافي من كل نوع منها، كما يجب ملاحظة أن أغلب الفيتامينات تتكسر وتتحول بالأكسدة إلى مواد أخرى ليست ذات أهمية للجسم، ومن العوامل المساعدة على الأكسدة ارتفاع درجة الحرارة.

وتوضح التجربة أدناه والتي يمكن إجراؤها بالمدرسة بوساطة المعلم، أن فيتامين «ج» (Vitamin C)، والذي تعد الحمضيات من أهم مصادره، يمكن أن تقل كميته نتيجة لتأكسد جزء منه عن طريق الغليان.

● أدوات التجربة

عصير برتقال، نشا ذرة شامي، محلول يود، ماء، أكواب زجاجية، عدد من القطّارات، ملاعق، موقد غاز أو كهرباء.

● خطوات التجربة

١ ـ ضع كمية معينة (٥ مل) من عصير البرتقال في كوب زجاجي به ١٢٠ مل ماء مقطر وضع الجميع على نار هادئة واترك الخليط على الموقد حتى درجة الغليان.

٢ ـ أترك الخليط على النار حتى تصبح كميته ١٠٠ مل (محلول «أ»).

٣ ـ ضع في كوب آخر (٥ مل) من عصير البرتقال، وأضف كمية من الماء المقطر حتى تصل الكمية إلى ١٠٠ مل (محلول «ب»).

٤ ـ إغل نصف ملعقة من النشا في نصف كوب من الماء.

٥ ـ أحضر كوبي زجاج وضع في كل منهما ٢٠ نقطة من محلول النشا ثم أضف إلى كل منهما نقطتين من محلول اليود، لاحظ أن لون الخليط في كل منهما أصبح أزرقا.

٦ ـ بوساطة قطارة أضف المحلول «أ» إلى إحدى الكوبين اللذين بهما محلول النشا واليود وأحسب عدد النقط اللازمة لإزالة اللون الأزرق.

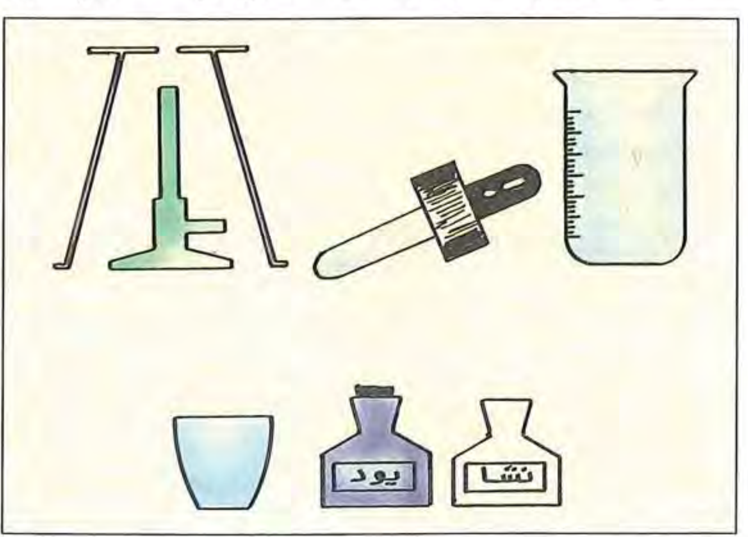
٧ ـ كرر الخطوة ٦ لإيجاد عدد النقط من المحلول «ب» اللازمة لإزالة اللون الأزرق في الكوب الآخر.

● ملاحظات

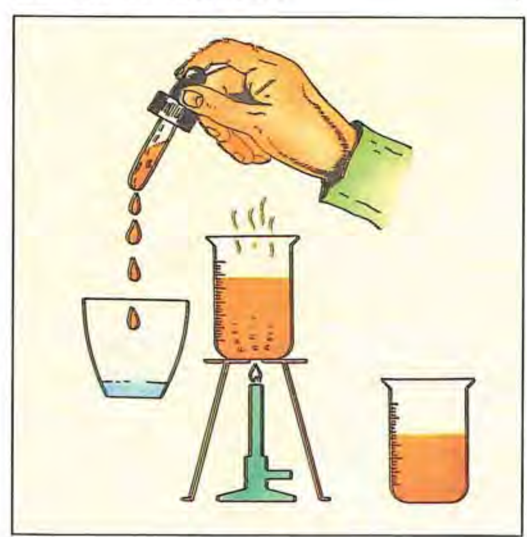
يلاحظ أن كمية المحلول «أ» اللازمة لإزالة اللون الأزرق في محلول النشا واليود أكثر من كمية المحلول «ب»، وهذا يعني أن الحرارة قد ساعدت في أكسدة جزء من الفيتامين انعكس في تقليل نسبته في المحلول «أ» مما أدى إلى إضافة كمية أكثر مقارنة بمحلول «ب» لإزالة اللون الأزرق.

بتصرف عن:ـ

Bob Brown, 666 Tricks & Experiments, Tab book No.: 881, P 329.



● شكل (١).



● شكل (٢).

كتب صدرت حديثاً



مرئية الإستشعار عن بعد جمع بياناتها وتحليلها

صدر هذا الكتاب عام ١٤١٢هـ عن مركز البحوث بكلية الآداب بجامعة الملك سعود، وهو من تأليف **د. محمد عبد الله الصالح**. يبلغ عدد صفحات هذا الكتاب ١١٢ صفحة من الحجم المتوسط، وهو يحتوي على ثلاثة فصول إضافة إلى بعض المراجع العربية والإنجليزية وثبت لبعض المصطلحات في علم الإستشعار عن بعد.

يتناول الفصل الأول الإشعاع الكهرومغناطيسي وتفاعلاته مع المواد، ويستعرض الفصل الثاني أجهزة الإستشعار عن بعد ووسائل حملها، أما الفصل الثالث فيختص بمعالجة المرئية وتفسيرها.

دليل المواد الكيميائية السامة والخطرة

صدرت الطبعة الأولى من هذا الدليل عام ١٤١٤هـ-١٩٩٣م، عن شركة الزراعة المتقدمة بالرياض، وهو من تأليف الدكتور / **رشيد عبد العزيز الكحيمي والدكتور محمد شفيق الكناني**. ويبلغ عدد صفحاته ٥٧٦ صفحة من الحجم المتوسط.

الجدير بالذكر أن هذا الدليل هو الجزء الأول من سلسلة من ستة أجزاء، ستصدر تباعاً، وهو يتناول المواد الكيميائية حسب ترتيبها بالأحرف الأبجدية الإنجليزية بدءاً بالحرف (A) حتى الحرف (Br) ويستعرض المواد الكيميائية من حيث الصفة البنائية والجزيئية والتصنيف الكيميائي والدولي ودرجة الخطورة والتسميات التجارية والعلمية الأخرى والخواص الفيزيائية (درجة حرارة الغليان، الإنصهار، الكثافة النوعية)، الإستخدام الصناعي، المخاطر المحتملة (صحية، اشتعال أو انفجار، تفاعلات خطرة، تركيز حد الخطورة، التأثيرات السمية)، الإجراءات الوقائية (الوقاية الصحية، الإسعافات الأولية، التدابير عند الحريق)



طرق التعامل، طرق الوقاية عند الإنسكاب أو التسرب، طرق النقل والتخزين، طرق التخلص من النفايات، التأثير على البيئة.

يورد الكتاب إشارات الخطر حسب البطاقة الملصقة في كل مادة كيميائية (مادة سامة، قابلة للإشتعال، مؤكسدة، اكّالة، متفجرة، مهيِّجة).

يعد الدليل مرجعاً هاماً للعاملين في مجال الصناعة، الزراعة، المختبرات وإدارات الدفاع المدني والأمن العام.

INTRODUCTION TO REMOTE SENSING

صدر هذا الكتاب باللغة الإنجليزية عن الجمعية الأمريكية للتصوير والإستشعار عن بعد (ASPRS) عام ١٩٩١م، وهو من تأليف **آرثر كراكنيل** (ARTHUR CRAKNELL) **ولاندسون هيز** (LANDSON HAYES). واصدار مطبعة بيرجس للعلوم، بيزنجستك بريطانيا. جاء الكتاب في ٢٩٣صفحة من الحجم المتوسط ومتضمناً ١٦ لوحة ملونة.

يحتوي الكتاب على تسعة فصول هي: مقدمة للإستشعار عن بعد، المحسسات والأجهزة، أنظمة التوابع، إستقبال وتصنيف وتوزيع المعلومات، تقنيات الرادار ذي الموجة الأرضية والسماوية، أجهزة الميكروويف النشط، التصحيح الجوي لمعلومات الإستشعار عن بعد من التوابع الصناعية، المعالجة الرقمية، تطبيقات معلومات الإستشعار عن بعد.

هذا الكتاب يستفيد منه العلماء الذين يحتاجون إلى نظرة عامة وشاملة لإمكانات وحدود الإستشعار عن بعد ولديهم خلفية فيزيائية عامة.



الإستشعار عن بعد وتطبيقاته

عـرض : أحمد محمد أبو معطي

يقـع الكتـاب في ٢٦٨ صفحـة من القطـع الكبير ، وهـو من تأليـف الدكتور / يحيى عيسى فرحان الأستاذ المشارك بقسم الجغرافيا بالجامعة الأردنية ، وصـدرت الطبعة الأولى منه عام ١٤٠٧هـ (١٩٨٧م) عن المطابع التعاونية ، عمان ، الأردن .

يبدأ الكتاب بمقـدمة بيَّن فيها المؤلف الغايـة من تأليف هذا الكتاب ، حيث أوضح أنه لم يصدر كتاب جامع في الصـور الجوية وتطبيقاتها كبحث علمي شـامل باللغـة العربيـة يلبي حـاجات الإختصـاصيين في العلوم الطبعيـة والزراعيـة والهندسيـة ، وبيَّـن المـؤلف سبب قلة هذا النـوع من الكتب إلى ندرة المختصين العرب في هذا المجال .



يشتمل الكتـاب على ستة فصول إضافة إلى المراجـع ، حيث يتطرق **الفصل الأول** منها إلى مقـدمة عـامة تشتمل على القـواعد الأساس للصور الجوية ، منها علاقة الصور الجويـة بالعلـوم الطبعية والإنسـانية تتمثل في استخـدام الصـور كمصـدر لتـوفيـر البيـانـات المكـانية النـوعيـة والكميـة على المستـويين الإستطـلاعـي والتفصيلي ولفترات زمنية مختلفة ، كمـا يستعرض هذا الفصل توضيح مفهوم الفـوتوجرامتري أو المساحة التصويرية والذي يعرَّف بأنه علم وتقنيـة الحصول على معلـومـات وبيانـات مـوثوقـة عن الظواهـر الطبعية البيئيـة من خـلال تسجيل وقيـاس الصـور الجـويـة والفضائيـة . كذلك تناول هـذا الفصل أنواع المسـاحة التصـويـريـة والصور الجـويـة والمعلـومات التي تـدوَّن عليها ، فمن أنـواع المسـاحـة التصـويريـة هنـاك المسـاحـة التصويـرية الأرضيـة وهي عبارة عـن أخذ صورة من على سطح الأرض بآلات تصوير خاصـة عند نقطة ذات أحـداثيات معلـومة ، وكذلك المساحة التصويـرية الجوية والتي تؤخـذ الصورة الجـوية فيها بـآلة تصـوير مثبتـة فـي أسفل طـائرة خـاصـة للمسح الجوي. ومن أهم المعلومات التي تدون على الصـور الجـوية مقيـاس الإرتفـاع لعمليـة المسح الجـوي ، والبعد البؤري للعدسة ، ومقياس الميل لمعرفـة مقدار ميـل المحـور الأساس للكاميرا ، وسـاعة التقاط الصورة ، وتـاريخ التقـاطهـا ورقم الشـريط وخط الطيـران ورقـم الصـورة المتسلسل . كمـا استعـرض الفصل أهم العـوامل التي تتحكم في نـوعيـة الصـور الجـوية كـالعـدسـات المستخدمة في نظام الكـاميرا ونوعية الفيلم وعملية تحميضه ، وطبع الصور .

تنـاول **الفصل الثـاني** الخصـائص الهندسيـة للصور الجوية كأنـواع الإسقاط ومنهـا الإسقـاط المتـوازي والإسقـاط العمـودي ، كمـا تم إيـراد تعـريف بالمصطلحات الأساس للصـور الجوية مثل نقطـة النظيـر والمحور الأسـاس ومـركـز التساوي وخط الطيران والتجسيم الناتج عن اختلاف مـوقع النظر ، بـالإضافـة إلى بيان للفـرق الهنـدسي بين الصـورة الجـويـة العمودية والخارطة .

استعـرض **الفصل الثـالث** عمليـة التخطيط للمسح الجوي وكيفيـة إعداد غطاء الصور الجوية ، وقـد جاء في هذا الفصل أن خطـة الطيران والمسح الجـوي تعتمـد على عنصـرين رئيسين همـا خـارطـة الطيـران للمنطقـة المراد تصـويرهـا ، والمواصفـات الفنيـة التي تحـدد كيفيـة التقـاط الصـورة ونوعيتهـا بالإضـافة إلى بعـض الإعتبارات التي يجب أخـذهـا في الحسبان عنـد إنتـاج غطاء من الصـور الجوية في مـدة قـصيرة مثل استخـدام أجهـزة ذات نـوعيـة جيـدة واختيـار الطقس المنـاسب للقيـام بعمليـة المسح الجوي وتحـديد ارتفـاع الطائرة كي يتسنى الحصـول على صـورة بـالمقيـاس والتفاصيل المطلوبة ، وتحقيق تغطية كاملة ومنتظمة من حيث التغطية الأمامية والتغطية الجـانبيـة . كمـا بين هـذا الفصل بشيء من التفصيل أهمية التغطيـة الأمامية والجـانبية وكيفية حسابهما .

تناول المـؤلف في **الفصل الـرابع** أجهزة الرسم الآلي الفـوتوجرامتري والتي صنفت إلى : أجهـزة الـرسم البـلانمتـري (الخـرائط المستويـة) ومـراجعة الخـرائط كجهـاز سكتش مـاستر ، وكجهـاز الـرسم الخطي الشعـاعي ، وأجهـزة الـرسم الآلي الستيريـوسكوبيـة ، كما تطـرق هذا الفصل الى كيفيـة تهيئـة جهـاز الـرسم الآلي الفـوتـوجـرامتـري مـوضحـا ذلك ببعض الرسوم البيانية .

من خـلال **الفصل الخـامس** تطـرق الباحث إلى عمليـة تفسير الصور الجـوية ، حيث بيـَّن أن عمليـة تفسير الصور الجـوية تمر بثلاث مراحل أساس هي مرحلة اختبار الصورة ثـم مرحلة التعـرف على الظـواهر المـوجـودة فيهـا تليهـا مـرحلـة تقييم المعلومات والظواهـر التي تتضمنها ، ولقد

تناول المؤلف الخطوات الأساس في تفسير الصور الجوية منها مرحلة التعرف الأولى أو العامة على الصورة كالتعرف على طبيعة الأجسام أو المعالم في الصورة ، ونوعية ومقياس الصورة ، والخلفية المعرفية لدى المفسر عن المعالم الموجودة فيها وسرعة معرفتها وتمييزها ، ومرحلة التحليل (القدرة على تحديد مجموعات من الأجسام أو الظواهر التي تنفرد بخصائص معينة) ، وبالتالي رسم حدود تفصل بين تلك المجموعات ، ثم مرحلة الإستنتاج التي تعد من أصعب المراحل على المفسر نظراً لاعتمادها على الإستفادة من بعض الأدلة والمؤشرات الموجودة بالصورة وطبيعتها ومدى تلازمها وتوافقها مع الظاهرة المراد تفسيرها ، ثم تليها مرحلة التصنيف وهي عبارة عن وصف مجموعات الظواهر التي تم تحديدها أثناء عملية التحليل ، والتعرف على طبيعة انتظامها وترتيبها في النظام الذي تنتمي إليه ، وبالتالي يمكن مقارنة مجموعات الظواهر أو العناصر المختارة ثم يتم وضع نظام للترميز خاص بالظواهر والعناصر التي تتضمنها الصورة ، حيث أن هناك نظم ترميز خاصة لكل علم من العلوم كالطبوغرافية والجيولوجيا والغابات واستعمالات الأراضي وغيرها .

استعرض الفصل السادس تطبيقات الصور الجوية ، ونظرا لأهمية هذا الموضوع فقد استغرق هذا الفصل ثلثي الكتاب تقريباً ، ومن خلال هذا الفصل تطرق المؤلف للجوانب المختلفة لتطبيقات الصور الجوية منها ما يلي :-

* **تفسير الصور الجوية لدراسة الأنماط الحضرية والصناعية** : حيث يستخدم مخططو المدن والإداريون الصور الجوية في اشتقاق معلومات تفيد في معاينة البلدية للمباني وتعيين حدود أحياء المدينة ومناطق التعداد الإحصائي ، والدراسات الخاصة بالمرور وتحديد مواقف السيارات والحدائق والمتنزهات ودراسات المواصفات وغيرها من الدراسات الحضرية والصناعية .

* **تطبيقات الصور الجوية في مسح استعمالات الأرض الريفي والحضري ووسط المدينة التجاري** : ويتم من خلال هذا النوع من التطبيق بيان الإستعمالات الحقيقية للأرض سواء كانت لأغراض زراعية (زراعة ، رعي ، غابات) أو غير زراعية كالإستعمالات الصناعية والسكنية والترفيهية والتعدينية ، ولقد تم وضع تصنيف موحد لاستعمالات الأرض يمكن تطبيقه في بيئات مختلفة من العالم منها : مراكز العمران وهوامشها ، ومزارع الخضروات والفاكهة ، ومحاصيل الأشجار المثمرة والمحاصيل الدائمة الأخرى ، والمراعي الدائمة والغابات أو المستنقعات ، والأراضي الجرداء . أما بالنسبة لمسح استعمالات الأراضي في وسط المدينة التجاري فقد تم وضع تصنيف خاص لها : كالمحلات التجارية الصغيرة والكبيرة ومحلات التخزين والمكاتب التجارية والمكاتب الحكومية ، والمباني العامة والإستعمالات التعليمية والإستعمالات الصناعية والسكك الحديدية .

* **استخدام الصور الجوية في المسوحات الإحصائية** : وتشمل استخدام الصور الجوية في توفير بيانات خاصة بعدد المدن والقرى وإيجاد نسبة لحجم السكان منسوبا إلى المساحة وكذلك نسبة عدد المساكن إلى مساحتها .

* **تطبيقات الصور الجوية في الجيولوجيا** : ويتم من خلاله دراسة التراكيب الجيولوجية وتمثيلها خرائطيا وكذلك استكشاف المعادن والمسوحات الجيوهندسية حيث يتم التعرف على نمط ولون وشكل وحجم الصخور ، كما تعد الصور الجوية ذات فائدة كبرى في التنقيب عن النفط حيث توفر معلومات كبيرة عن التراكيب الجيولوجية ، كما يمكن من خلال هذا التطبيق تمييز الوحدات الصخرية ، وتقدير ميل الطبقات والإتجاه الأفقي لها وسمك الطبقات الصخرية بالإضافة إلى تحليل أشكال سطح الأرض وإنشاء خرائط جيومورفولوجية يمكن عن طريقها تصنيف أشكال سطح الأرض إلى عدة أصناف منها : الأشكال الأرضية البركانية ، الأشكال الأرضية الناجمة عن التعرية المائية أو التعرية الهوائية ، الأشكال الأرضية الناجمة عن العمليات البيولوجية ، الأشكال الأرضية الإصطناعية التي من صنع الإنسان ، وغيرها من الأشكال .

* **تطبيقات أساليب تفسير الصور الجوية في مسح التربة وإنشاء خرائط التربة** : وذلك عن طريق بيان أنواع التربة المختلفة والحدود فيما بينها وإنشاء خرائط التربة أو مسح للتربة حسب عوامل تكوينها ، ومن تلك التطبيقات تمييز أراضي الكثبان الرملية الهلالية ، وكذلك مناطق الجروف الرأسية والمجاري العميقة ، ودراسة الإنهيارات والإنزلاقات الأرضية التي تكون غالبا من التربة الطينية .

* **إستخدام الصور الجوية في مسح النباتات الطبيعية** : ويتم من خلاله دراسة الغطاء النباتي ونوعيته وتمييزه ومحاولة تصنيفه ، كما تساعد الصور الجوية في دراسة إنتاجية الأخشاب في الغابات وإعداد الخطط لإدارتها كتحديد كمية ومعدلات نمو وإنتاجية الأخشاب ، المحافظة على أشجار الغابات في مراحل نموها ، التعرف على حجم ومواقع تلك الغابات ، إضافة إلى دراسة كثافة الغطاء النباتي ونسبة الغطاء النباتي من سطح الأرض ، وكذلك العمل على تقدير الإنتاجية لبعض المحاصيل وأوزانها بالنسبة لكل وحدة مساحية خلال فترة زمنية معينة يطلق عليها مقياس الإنتاجية .

* **تطبيقات الصور الجوية في الأغراض العسكرية** : و يتم من خلاله اكتشاف الأهداف العسكرية والمخازن العسكرية ، والتعرف على شبكة المواصلات والإتصالات ، إضافة إلى تحليل سطح الأرض ودراسة قابلية الحركة العسكرية عليها ومرور الآليات الحربية .

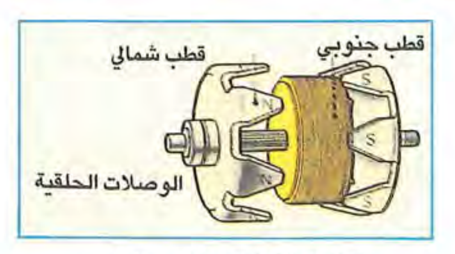
في نهاية الكتاب يورد المؤلف بعض المراجع العربية والعديد من المراجع الإنجليزية .

الكتاب يحوي معلومات علمية وعملية قيمة باللغة العربية لأساسيات الصور الجوية وفوائدها في علم الإستشعار عن بعد، ويتميز هذا الكتاب بكثرة ايراده لأمثلة ودراسات تطبيقية لبعض المفاهيم الواردة فيه، مما يمكن لفئات أخرى من المهتمين بعلم الإستشعار عن بعد الإستفادة من المعلومات الواردة فيه ، ويعد هذا الكتاب هو الجزء الأول لتطبيقات الإستشعار عن بعد الخاص بالصور الجوية ، أما الجزء الثاني فقد وعد المؤلف بأن يكون خاصا بصور الأقمار الصناعية .



كهربـاء السيـارة
(ب) دائرة شحن البطارية

إعداد : د . حامد بن محمود صفراطه



● شكل (٢) المغناطيس الدوار .

تعد دائرة شحن البطارية من أهم الدوائر الكهربائية في السيارة. ونظرا لأن البطارية لا تستطيع أن تفي بمتطلبات السيارة الحديثة من الكهرباء ، لأن مخزونها من الطاقة سينضب بعد مدة قليلة من الزمن ، لذا فقد تم تزويد السيارة بمولد كهربائى (Generator) ليعطيها التيار اللازم لإعادة شحن البطارية ، بالإضافة إلى الوفاء بالمتطلبات الأخرى للسيارة من طاقة كهربائية .

لقد ظل مولد الكهرباء يقوم بهذه المهمة ويمنح السيارة تياراً كهربائياً مستمراً حتى جاء بالمتطلبات المتزايدة لذلك تم الإستعاضة عنه ـ في السيارة الحديثة ـ بالمولد الترددي (Alternator) ذي القلب الدوار الذي يولد تيارا كهربائيا مترددا ، يحول بعد ذلك إلى تيار مستمر .

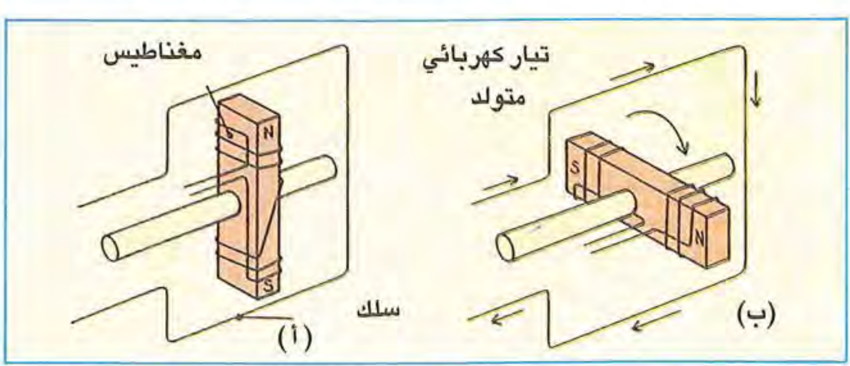
يمتاز المولد الترددي عن سابقه في نواح شتى منها خفة الوزن وزيادة الطاقة المتولدة ومرونة التشغيل وعدم الحاجة للصيانة الدورية المتكررة ، وهو يفي بحاجة أجهزة السيارة المختلفة (مكيف وإضاءة وإشارات وغيره) بغض النظر عن سرعة السيارة . ومما يجدر ذكره أن الطاقة الكهربائية الناتجة عن المولد تتناسب طرديا مع سرعة دورانه التي تزيد عادة عن سرعة دوران السيارة .

ونظرا لخفة وزن المولد الترددي فإنه لن يتحطم عندما ترتفع سرعة السيارة بل سيظل يعمل ويعطي كهرباء وافرة تعيد في زمن صغير ما ضاع من البطارية ويسبغ عطاءه على باقي الأجهزة المستخدمة في السيارة .

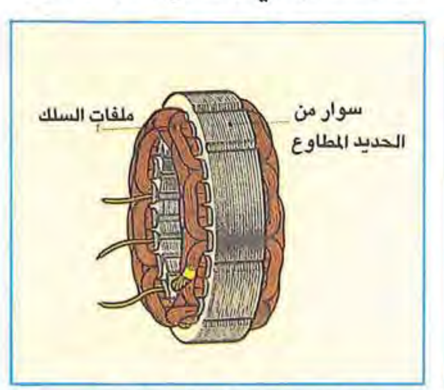
● عمل المولد الترددي

يتم توليد تيار كهربائي في سلك إذا مر عليه مجال مغناطيسي متغير . فإذا استطعنا توليد مجال مغناطيسي دوار ووضعنا بجواره أو حوله سلكا نحاسيا تولد التيار المطلوب . يبين الشكل (١ ـــ أ) مغناطيسا له قطب شمالي "N" وقطب جنوبي "S" ، ودائرة من سلك واحد محيطة به .

عندما يدور المغناطيس داخل دائرة السلك فإن المجال المغناطيسي يتقاطع معها وتكون



● شكل (١) مولد ترددي بسيط .



● شكل (٣) الملف الكهربائي الثابت.

قدرته متغيرة تبعاً لوضعه النسبي للسلك ، وبالتالي يتولد في السلك تياراً كهربائياً ، شكل (أ - ب).

يتميز المغناطيس المستخدم فى المولد الترددي بأنه ليس مغناطيساً طبعياً لكنه تم تكوينه عن طريق مرور تيار كهربائي من البطارية فى حزمة دائرية (ملف) ، ويبين شكل (١) طريقه عمل المولد الترددي البسيط كما يبين شكل (٢) المغناطيس المستخدم في المولد الدوار وهو يتكون من أقطاب شمالية وأخرى جنوبية متداخلة تداخل الأصابع وذلك لتكثيف وتركيز القدرة المغناطيسية وبالتالي توليد قدراً أكبر من الطاقة الكهربائية .

يوضح الشكل (٣) الملف الكهربائي الثابت الذي يتولد فيه التيار بعد أن تم تعزيز قدرته بإحاطته بسوار من الحديد المطاوع حتى لا يتشتت المجال المغناطيسي في الفراغ بل يتم الإستحواذ عليه وتوليد أكبر قدر ممكن من القدرة الكهربائية .

ونظراً لأن الناتج تياراً متردداً لذا يقوم مقوم التيار بتحويله إلى تيار مستمر وذلك باستخدام شبه موصل يسمح للتيار بالمرور في اتجاه واحد .

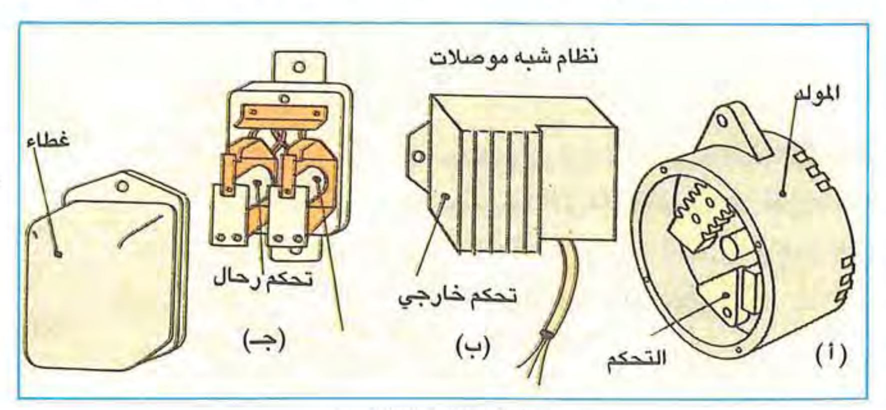
تزود دائرة الشحن بأنظمة تحكم تقوم بحماية البطارية من الشحن الزائد الذي لو ترك لحطم لدائن البطارية ، ويبين شكل (٤) ثلاثة نظم للتحكم هي كما يلي :-

(أ) نظام تحكم مبني داخل المولد نفسه.

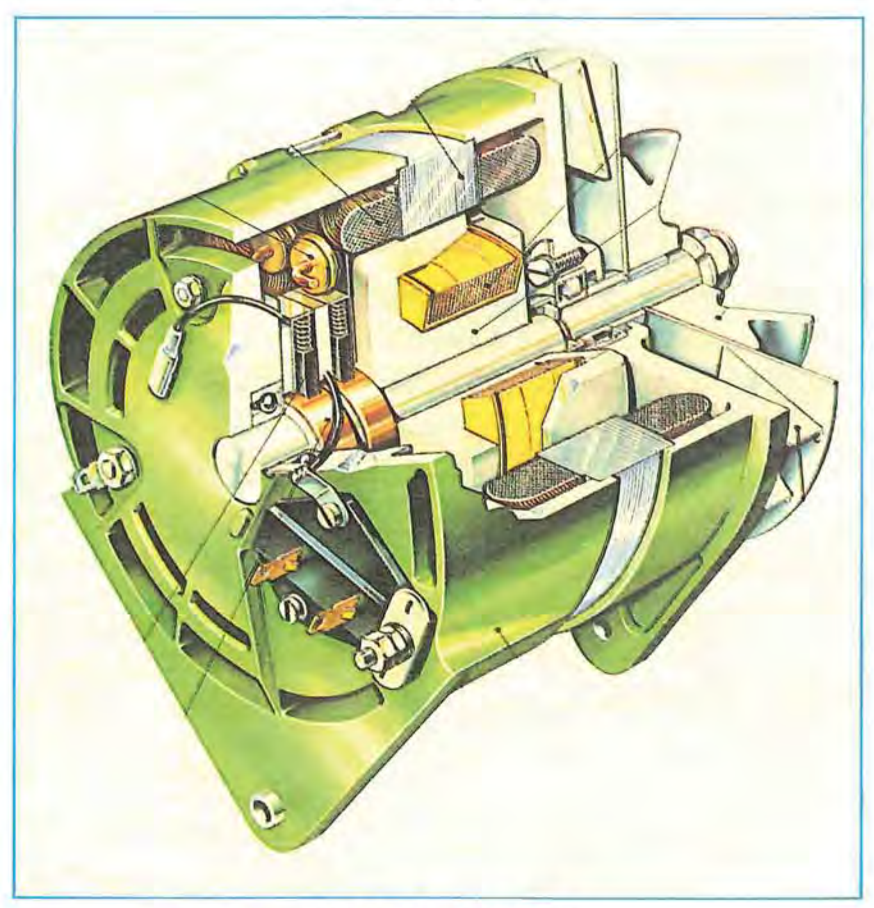
(ب) نظام تحكم خارج المولد وكلاهما من أشباه الموصلات .

(جـ) النظام القديم وهو يعمل بطريقة ميكانيكية .

يوضح الشكل (٥) مولد ترددي كامل حيث تظهر وصلات الكهرباء الحلقية التي تغذي المغناطيس وعمود الإدارة ومروحة التبريد .



● شكل (٤) نظام التحكم .



● شكل (٥) مولد ترددي كامل .





الطبيب

عبد الله له زوجة وبنت ، البنت لها زوج وأبن . فإذا توفرت لديك المعلومات التالية :ـ

١ـ أحد الخمسة أشخاص طبيب ، وأحد الأربعة الباقين مريض لدى هذا الطبيب .

٢ـ الطبيب والده (ذكر/أنثى) وأحد أجداد المريض (ذكر/أنثى) من نفس الجنس (ذكر/أنثى) .

٣ـ الطبيب والده ليس المريض وليس أحد أجداد المريض .

● **من المعلومات السابقة من هو الطبيب ؟**

حل مسابقة العدد الخامس والعشرين

(الأخوان)

لحل المسابقة يجب إتباع الخطوات التالية :ـ

١ـ يجب في البداية تحديد الأربع فئات من القطع النقدية، ثم تحديد الفئات النقدية الواجب امتلاكها من كل شخص .

٢ـ لنرمز لفئات القطع المعدنية بالرموز التالية :ـ

* خمسون هللة (نصف ريال) ن .   * خمسة وعشرون هللة (ربع ريال) ر .

* عشــر هللات (قرشان) ق .   * خمـس هللات (قـرش) خ .

٣ـ من المعطيات في (١) و (٢) يمكن وضع الاحتمالات التالية :ـ

٦٠ هللة	٧٥ هللة
(أ) ررق	(جـ) ن خ خ خ خ خ
(ب) خ خ ن	(د) ر ق ق ق ق ق

٤ ـ من المعطيات في (٣) و (٤) مرضي هو الذي يملك القطع النقدية في الإحتمال (د).

٥ ـ عادل هو الـذي يملك القطع النقدية في الإحتمال (جـ) وطارق هو الـذي يملك القطع النقدية في الإحتمال (ب) ، وأخيراً عطية هو الذي يملك القطع النقدية في الإحتمال (أ) .

وعليه وبعد أن يدفع كل شخص حسابه يكون عدد القطع لدى كل واحد التالي :ـ

عطيـة (أ) رر

طـارق (ب) خ

عـادل (جـ) ن خ

مرضـي (د) ق ق ق

وعلى ذلك ومن المعطيات في (٥) يكون الإخوان **عطية وعادل** .





أعــزاءنا القـــراء

إذا استطعتم معـرفة الإجابة على مسابقة « الطبيب» فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :ـ

١ـ ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

٢ـ تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣ـ يوضع عنوان المرسل كاملاً .

٤ـ آخر موعد لاستلام الحل هو ١٠/٦/١٤١٤هـ .

ســـوف يتم السحـب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي عـلى طريقـة الحـل ، وسيمنح ثلاثة من أصحاب الإجابة الصحيحـة جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .

الفائزون في مسابقة العدد الخامس والعشرين

تلـقت المجـلة العديـد من الـرسائل الـتي تحمل حل مسـابقة العـدد الخامس والعشـرين « الإخـــوان » ، وقـد تم استبعـاد جميع الحلول التـي لم تتقيد بشـروط المسـابقة ، وكـذلك الرسـائل التي وصلت متأخرة عن المـوعد المحـدد . وبعد فـرز الحلول وإجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كل من الآتية أسماؤهم :ـ

١ـ فهد أنيس الكثيري ـ الرياض

٢ـ عبد الرحمن حمد الرقيب ـ الطائف

٣ـ حسن حامد الخلف ـ عسير

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدية قيمة حيث سيتم إرسالها لهم على عناوينهم ، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ ، حظا وافرا في مسابقات الأعداد المقبلة .





شبكة جيوديسية للمملكة

قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في الفترة من ١٤٠٨هـ إلى ١٤١٣هـ بتمويل مشروع بحثي يهدف إلى إنشاء مرجع إسناد جيوديسي للخرائط ونظم معلومات الأراضي للمملكة . وقد كان الباحث الرئيس لهذا المشروع المهندس عبد الله محمد الشديِّد .

كان الهدف الأساس لهذا المشروع دراسة وتقييم الشبكة الجيوديسية الحالية في المملكة وإعداد الإقتراحات والتوصيات اللازمة لتقويتها وتكثيفها لتصبح مرجع إسناد جيوديسي دقيق .

إشتمل البحث على ثلاثة أجزاء رئيسة كالآتي :-

١ - دراسة وتحليل وتقييم الشبكة الجيوديسية المنفذة حاليا في المملكة للتعرف على دقتها والمتطلبات اللازمة لتقويتها وتكثيفها ، حيث تم خلال المرحلة الأولى للمشروع جمع المعلومات وإعداد برامج الحاسب الآلي وقواعد المعلومات ، وتشكيل المعادلات والنماذج الرياضية وتجهيز المواصفات القياسية تمهيدا للإختبارات والأبحاث الميدانية .وتم الحصول على معظم معلومات الشبكات الجيوديسية التي أنشئت في مختلف مدن ومناطق المملكة منذ بداية عام ١٣٨٦هـ وحتى وقتنا الحاضر والتي بلغت في مجموعها ٢٠٨٩٣ نقطة جيوديسية ، منها ١٤١٧ درجة أولى ، و ٢١٨٨ درجة ثانية ، و١٧٢٨٨ درجة ثالثة ، كما تم تأسيس قاعدة معلومات وصفية لفظية وبيانية شملت جميع تلك النقاط ، وما يرتبط بها من معلومات بنظام إدارة بيانات تفاعلي من أجل تسهيل عمليات التدقيق والمراجعة وإعداد التقارير .

٢ - دراسة وتقيم التقنيات والنظم البارزة حديثا في مجال إنشاء الشبكات وتحديد أنسبها في تقوية وتمديد الشبكة الحالية . وقد تم خلال المرحلة الثانية من المشروع إجراء دراسة مقارنة لثمانية أجهزة استقبال مختلفة (من النظام العالمي لتحديد المكان) لمعرفة مميزات كل جهاز وتحديد أنسبها للعمل في ظروف البيئة بالمملكة ، وقد تم في هذه المرحلة تنفيذ العمليات الميدانية الشاملة للرصد بالنظام العالمي لتحديد المكان وإجراء التحليل الأولي للأخطاء في الشبكة الجيوديسية الوطنية وذلك في خمس مناطق بالمملكة ، وقد اشتملت إحدى هذه العمليات على تطبيق طريقة الرصد المتحرك بأجهزة النظام العالمي لتحديد المكان ، وذلك للمرة الأولى في المملكة .

كذلك تم إعداد طريقتين لمقارنة إحداثيات الشبكة الجيوديسية الوطنية والنظام العالمي لتحديد المكان فيما يتعلق بنقاط التقاطع التي جرى تحديد مواقعها . وقد اعتمدت الطريقة الأولى على أساس اختبار عالمي يطبق على الشكل التربيعي لنقاط الإحداثيات ، واعتمدت الثانية على مقارنة المسافات والزوايا المائلة المستنتجة من إحداثيات الشبكة الجيوديسية الوطنية مع تلك التي تم الحصول عليها بطرق الرصد .

وقد قام المشروع بإنشاء شبكة من النقاط الجيوديسية في بريدة باستخدام أجهزة النظام العالمي لتحديد المكان بما في ذلك تطبيق طريقة المسح المتحرك ، وإجراء ضبط متزامن للأرصاد بطريقة أقل المربعات ، إضافة إلى معالجة بيانات كثيرة جرى رصدها بالنظام العالمي لتحديد المكان .

إنتهى البحث إلى نتيجة مؤداها أن قيم إحداثيات الشبكة الجيوديسية الوطنية تفي بالدقة المتوقعة من أساليب المسح التقليدي لنقاط الدرجة الأولى . وتوضح تحاليل البحث أن مسوحات النظام العالمي لتحديد المكان التي نُفِّذت على مستوى المملكة في ٢٢ نقطة مساحية سوف تؤدي إلى تحسن كبير في درجات دقة المواقع بالشبكة الجيوديسية الوطنية بما يساوي إثنين إلى ثلاثة أمثال الدقة الحالية . ولذا فإنه يستحسن إنشاء شبكة جيوديسية جديدة وكثيفة ودقيقة لتغطية متطلبات تحديد المواقع بدقة في أي مكان بالمملكة .

٣ - إعداد الإقتراحات والتوصيات والمواصفات اللازمة للرفع من مستوى دقة الشبكة الجيوديسية وانتشارها في كافة أرجاء المملكة . وقد انتهى المشروع بوضع عدة توصيات تضمن عدة نقاط مثل ضرورة تأسيس نظام إسناد جيوديسي موحد حيث أن هذا يوفر الأساس اللازم لأعمال المساحة وإنتاج الخرائط الوطنية بالمملكة بدقة ونوعية معيارية تؤمن الإستفادة القصوى من الخرائط المنتجة . ويلزم لذلك إنشاء شبكة الثوابت الأرضية الأفقية يتبع في إنشائها المرجع الأفقي . وينصح بإجراء تقويم دقيق لاختبار المرجع الأفقي الذي يتناسب بصورة أفضل لتغطية احتياجات أعمال المسح وإنتاج الخرائط بالمملكة . كما ينصح بأن يوضع أسلوب تقني للتعاون الفني الكامل بين كافة الأجهزة المعنية لوضع استراتيجية مشتركة لإنشاء شبكة من النقاط ذات الدرجة الخاصة على مسافة تباعدية تبلغ ٥٠ كيلومتر. وكذلك إنشاء شبكة نقاط الدرجة الأولى على مسافة تباعدية في حدود ١٥ كيلومتر بعرض لايقل عن ثلاث نقط جيوديسية في كل مدينة وقرية باستخدام تقنية النظام العالمي لتحديد المكان.

الكبريتات وحرارة الأرض

يذكر فريق من علماء الطقس أن ارتفاع حرارة الطقس بشكل عام في الولايات المتحدة الأمريكية والصين والإتحاد السوفيتي (سابقاً) خلال الأربعين سنة الماضية سببه اعتدال الحرارة أثناء الليل وليس ارتفاع درجات الحرارة أثناء النهار . ويشير **مايكل ماكراكين** (Michael Maccraken) من مختبر كاليفورنيا الوطني أن تلك الظاهرة لم يكن من الممكن تفسيرها مطلقاً وفقاً لنماذج رياضية لآثار ظاهرة البيوت المحمية القياسية في تسخين الأرض ، وبدلا عن ذلك فإن **ماكراكين** يفسر تلك الظاهرة بأن وجود الكبريتات على شكل ضباب (aerosol) في نصف الكرة الشمالي ، خصوصاً في المناطق المذكورة ، يجعل أشعة الشمس الساقطة تتشتت وبذلك يبطل مفعول ظاهرة البيوت المحمية بشكل كبير .

ويذكر العالم **روبرت شارلسون** (Robert Charlson) أحد أعضاء الفريق من جامعة واشنطن أن ظاهرة البيوت المحمية تعمل على تسخين الأرض ليلاً ونهاراً ، ولكن الكبريتات تعمل أثناء النهار على تبريد الأرض أثناء النهار فقط بسبب تشتيتها لأشعة الشمس وهذا قد يفسر عدم ارتفاع درجة الحرارة العظمى أثناء النهار وانخفاض درجة الحرارة الدنيا ليلاً في نصف الكرة الشمالي خلال الأربعين سنة الماضية .

ومن المعلوم أن الولايات المتحدة والصين وروسيا تكثر فيها الصناعات التي تطلق أبخرة الكبريتات بشكل مكثف في طبقات الجو ، وهذه الأبخرة المتصاعدة زيادة على أثرها في هطول الأمطار الحمضية فإنها ـ حسب ما يشير **شارلسون** ـ تقلل كثافة أشعة الشمس بين واحد إلى اثنين واط للمتر المربع فوق سماء أمريكا الشمالية ، وبين اثنين إلى ثلاثة واط للمتر المربع فوق سماء شرق أوربا وروسيا والصين ، وهذا التخفيض في أشعة الشمس من شأنه أن يعادل أثر تسخين ظاهرة البيوت المحمية التي تزيد أشعة الشمس الساقطة بحوالي ٢,٥ واط للمتر المربع .

ومن التغيرات التي قد يكون لها أثر في ثبات درجة الحرارة العظمى أثناء النهار ازدياد السحب فوق سماء الولايات المتحدة ، كذلك فإن المعلومات التي تصدر عن نصف الكرة الشمالي مقارنة بنصف الكرة الجنوبي توضح بجلاء أثر أبخرة الكبريتات المنتشرة في سماء دول الشمال في ثبات درجة الحرارة العظمى نهاراً .

ومن جانب آخر أوضحت الدراسات أن المناطق الصناعية في نصف الكرة الجنوبي مثل جنوب شرق استراليا ترتفع فيها درجات الحرارة الدنيا بمعدل أسرع من ارتفاع الدرجات العظمى ، أما في المناطق الأقل صناعة مثل نيوزلندا فإن هذه الظاهرة غير موجودة .

المرجع : New Scientist, 14th March 1992, p 20 .

صيانة المفاعلات الذرية

تتوقع شركة الكهرباء الفرنسية أن تبلغ تكلفة تغيير ستة أغطية لبعض مفاعلات الماء المضغوط التي تستخدم لتوليد الكهرباء ٧٠ مليون جنيه استرليني ، ولا تشمل تلك التكلفة انخفاض كفاءة تشغيل تلك المفاعلات . وتعد هذه التكلفة الأعلى في تاريخ فرنسا .

الجدير بالذكر أن الإختبار الدوري أوضح وجود تشققات في أماكن لحام الأغطية الموضوعة فوق لب المفاعلات القديمة التابعة لمحطتي بقي (Bugey) وفسنهايم (Fessenheim) لتوليد الكهرباء .

وترجع تلك التشققات لتآكل خليط المعادن (alloy) المصنوعة منه تلك الأغطية . وتزمع الشركة التي أوكل إليها أمر صيانة هذه المفاعلات أن تكون الأغطية الجديدة من معادن غير قابلة للتآكل لفترة أطول مما سبق .

المرجع : New Scientist, 4th April 1992, p 11 .

بلاط من رواسب مياه المجاري

تمكن العلماء في اليابان من الإستفادة من رواسب مياه الصرف الصحي في عمل بلاط يصلح لتعبيد طرق المشاة في الحدائق والميادين العامة .

يذكر **ماساتوشي ساتو** (Masatoshi Sato) بمصلحة مياه الصرف الصحي بمدينة طوكيو أن هذا البلاط يتمتع بالمتانة وإمكان البقاء لفترة طويلة ، وقد قامت مصلحة مياه الصرف الصحي باستحداث طريقة عمل ذلك البلاط عن طريق حرق الرواسب تحت ضغط عال لدرجة ١٠٠٠ درجة مئوية تقريباً لمدة عشر ساعات ، وقد أمكن بهذه الطريقة تصنيع أكثر من ٨٠٠ ألف بلاطة في عام ١٩٩١م .

يبلغ متوسط سعر البلاطة حوالي نصف دولار ، أي مثل سعر البلاطة العادية ولكن يتميز البلاط المصنوع من رواسب مياه الصرف الصحي بالمتانة وطول البقاء لفترة أطول مقارنة بالبلاط العادي ، إضافة إلى أن هذه الطريقة توفر للبلديات أموالا طائلة كانت تصرف للتخلص من تلك الرواسب حيث أن تكلفة إزالة الطن منه تساوي أكثر من ٣٠٠ ألف ين (١٢٥٠ دولار) .

المرجع : New Scientist, 23rd May 1992. p. 18.

التلوث البيئي

أشارت إحصائية حديثة جمعتها إدارة البيئة البريطانية إلى تزايد تلوث الهواء والماء في بريطانيا بشكل خطير . وترجع الإحصائية التلوث الهوائي إلى غازات عوادم السيارات ومحطات الكهرباء .

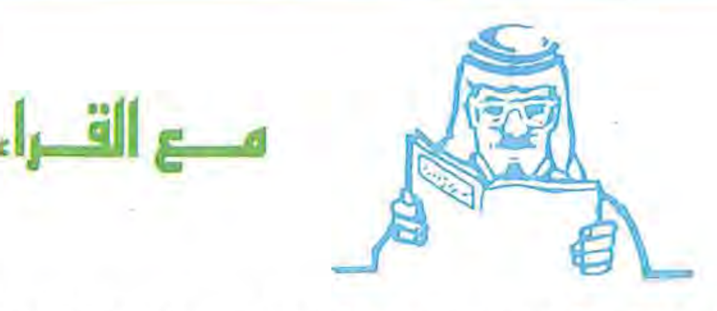
تشير إحصائيات عام ١٩٩٠م إلى زيادة في انبعاث ثاني أكسيد الكبريت (المكون الرئيسي للأمطار الحمضية) بحوالي ٥٠ ألف طن ، وكذلك زيادة الدخان الأسود الناجم بشكل رئيس عن ماكينات الديزل بحوالي ضعف ما كان عليه قبل عقد مضى .

كما تشير الإحصائيات إلى تزايد مستمر في غاز أكسيد النيتروجين ، حيث تشكل ما تبعثه عوادم السيارات في الطرق حوالي ٥١٪ من كمية غاز أكسيد النيتروجين الذي بلغت كميته عام ١٩٩٠ حوالي ٢,٧ مليون طن ، ومن الجدير بالذكر أنه قبل حوالي عشر سنوات كانت السيارات والشاحنات مسؤولة عن ٣١٪ من كمية غاز أكسيد النيتروجين الموجود في سماء بريطانيا .

أما فيما يتعلق بغاز ثاني أكسيد الكربون فإن الإحصائيات تشير إلى أن كميته في الجو بلغت في عام ١٩٩٠ م ثلاثة ملايين طن في حين إنخفض غاز الميثان بنسبة قليلة .

وتدل الإحصائيات كذلك أن عام ١٩٩٠م تميز بزيادة في تلوث المياه بالزيت والملوثات الأخرى رغم انخفاض عدد محطات الصرف الصحي التي تقذف بالملوثات في مجاري المياه من أكثر من ١٠٠٠ محطة عام ١٩٨٦م إلى ٣٣٣ محطة عام ١٩٩٠.

المرجع : New Scientist , 28th March 1992, P. 19



مع القراء

حمل بريد المجلة العديد من رسائل القراء الكرام من الداخل والخارج تحمل في ثناياها أجمل عبارات الثناء والإعجاب بالمجلة وكذلك ألطف عبارات العتاب من بعض القراء الذين لم نتمكن من الرد على رسائلهم ، وكما ذكرنا في مرات عديدة أن الرسائل التي تصلنا كثيرة جدا مما يجعل الرد على جميع الرسائل أمرا في غاية الصعوبة نظراً للحاجة إلى عدد من الصفحات وليس صفحة واحدة . ونحن على كل حال نشكر الجميع على تجاوبهم وثنائهم وحرصهم الدائم على التواصل مع المجلة التي بدورها ستعمل على بذل كل الجهود في سبيل إرضاء الجميع .

● **الأخ / مكاحلية بلخير - الجزائر**

وصلتنا رسالتك ونحن مقدرين حرصك على مجلة « **العلوم والتقنية** » وأهلاً بك صديقاً دائماً للمجلة.

● **الأخت / بهية عبد السلام - أبها**

رسالتك أحلناها إلى إدارة المعلومات في **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** لأنها هي الجهة المسؤولة ، أما بالنسبة للأبحاث حول القطن لم تجر أي دراسة بالمملكة العربية السعودية بشأن هذا الموضوع .

● **الأخ / خالد السبهان - الدمام**

نشكرك على اتصالك بالمجلة ، ونأمل أن تكون قد وصلتك الأعداد المطلوبة .

● **الأخ / سامي عبد الكريم - خميس مشيط**

نشكرك على رسالتك والثناء على المجلة ، ونرجو أن يكون قد وصلك المبلغ الذي أرسلته حيث أن المجلة لاتقبل إرسال أي مبالغ نظير الأعداد التي ترسل للقراء .

● **الأخ / سعيد أحمد صالح - بلجرشي**

نشكرك على اجتهادك في كتابة المقال ولكن يوجد شروط لم تتقيد بها ، ويمكنك الاطلاع عليها بداخل الصفحة الأولى للغلاف مع تمنياتنا لك بالتوفيق والنجاح .

● **الأخ / شريف محمود حسن - مصر**

وصلتنا رسالتك ونشكرك على ما حوته من الثناء الطيب ونحن دائماً يسرنا تحقيق رغبات القراء الأعزاء ولك تحياتنا.

● **الأخ / نويري نور الدين - الجزائر**

وصلتنا رسالتك ونأسف لعدم توفر طلبك لدينا وندعو الله لك بالتوفيق والسداد .

● **الأخ / عبد الله بن علي قاسم الفيفي - النماص**

وصلتنا رسالتك وقد أدرج اسمك ضمن قائمة الاشتراكات شاكرين لك اهتمامك بالمجلة.

● **الأخ / عبد العزيز التويجري - الرياض**

شكراً على ما جاء في رسالتك وسوف نرسل لك المجلة على عنوانك .

● **الأخت / سارة العثمان - الخرج**

شكراً على ثقتك في المجلة ، أما بخصوص توزيع المجلة فإنها توزع على جميع المدارس المتوسطة والثانوية بنين وبنات في جميع أنحاء المملكة .

● **الأخ الدكتور / محمد عساف - سوريا**

نشكرك على ما جاء في رسالتك الحميمة ، أما بخصوص اقتراحك حول تسليط الضوء في الأعداد القادمة على تطور الطب البيطري وإبراز دور الأطباء العرب الذين هم بالفعل أصحاب الفضل الأول فيه، الإقتراح جيد وإن كنا قد تعرضنا لهذا الموضوع في العدد الحادي عشر (الثروة الحيوانية) .

● **الأخ / ماجد سعود الضويحي - الظهران**

ما نقوم به هو واجب نعتز به ونأمل أن نوفق في القيام به على الوجه المطلوب ، أما فيما يتعلق بإضافة رقم صندوق بريدك إلى عنوانك فقد تم ذلك ، أما بخصوص إرسال بعض الأعداد المتعلقة بمجال الهندسة الكهربائية فلم يصدر أي عدد حتى الآن حول هذا الموضوع ، نأمل أن يتم ذلك مستقبلا .

● **الأخ / زارب عبد الله آل ناجي - الأحساء**

الدليل الذي أشرت إليه لا يوجد لدى المدينة ، إلا أن هناك دليلا شاملا لكل الرسائل الجامعية للماجستير والدكتوراه نعتقد أنه متوفر في مكتبات الجامعات وفي المكتبات العامة .

● **الأخ / أحمد بن مسعود - الجزائر**

نرحب بك صديقا دائما للمجلة ونأمل أن نوفق في تقديم ما يحوز على رضا جميع قرائنا الكرام في كل مكان ، شكراً لك.

● **الأخت / وجدان السهلي - الخبر**

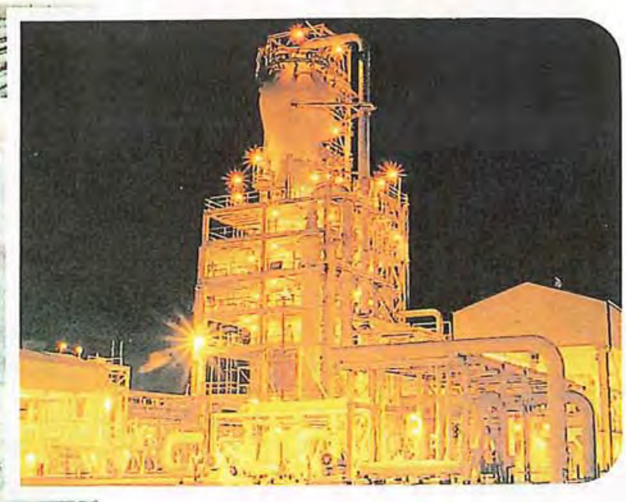
المجلة تباع في العديد من المكتبات والأسواق المركزية في كل أنحاء المملكة.

● **الأخ / عبد الله عبد الرحمن الرشود - الرياض**

اقتراحك حول وضع مسابقة أبحاث علمية اقتراح جيد وربما يتحقق في المستقبل القريب ، أسرة التحرير تتمنى لك التوفيق .









مطابع الشرق الأوسط
تلفون ٤٠٢٧٦٢٣ ـ الرياض


مجلة العلوم والتقنية
التطبيقات الزراعية (ص ٣٦)